

RECOMMANDATION UIT-R M.1225

**DIRECTIVES D'ÉVALUATION DES TECHNOLOGIES DE TRANSMISSION
RADIOÉLECTRIQUE POUR LES IMT-2000**

(Question UIT-R 39/8)

(1997)

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
1 Introduction	2
2 Objet.....	2
3 Structure de la Recommandation	3
4 Documents connexes.....	3
5 Considérations relatives aux techniques de transmission radioélectrique	4
5.1 Blocs fonctionnels des techniques de transmission radioélectrique	6
5.1.1 Techniques d'accès multiple.....	6
5.1.2 Techniques de modulation	6
5.1.3 Codage et entrelacement des canaux.....	6
5.1.4 Techniques de transmission duplex	6
5.1.5 Structure et multiplexage du canal physique	6
5.1.6 Structure de trame	7
5.1.7 Paramètres des canaux radioélectriques.....	7
5.2 Autres blocs fonctionnels	7
5.2.1 Codeurs à la source	7
5.2.2 Interfonctionnement.....	7
6 Caractéristiques techniques choisies pour l'évaluation.....	7
6.1 Critères d'évaluation des techniques de transmission radioélectrique	7
6.1.1 Efficacité d'utilisation du spectre	7
6.1.2 Complexité technique – Incidence sur les coûts d'installation et d'exploitation	8
6.1.3 Qualité.....	8
6.1.4 Souplesse des techniques radioélectriques.....	8
6.1.5 Incidence sur l'interface du réseau	8
6.1.6 Capacité d'optimisation de la qualité de fonctionnement des terminaux de poche	9
6.1.7 Efficacité de couverture/rendement de puissance	9
7 Environnements d'essai retenus pour l'évaluation	9
8 Évaluation des techniques de transmission radioélectrique par des groupes d'évaluation indépendants: lignes directrices.....	9
9 Méthode d'évaluation	11
9.1 Critères objectifs	12
9.2 Critères subjectifs	12
9.3 Tableau utilisé pour l'évaluation	12
9.4 Évaluations récapitulatives	13
9.4.1 Méthode à appliquer pour les résumés d'évaluation de critères	13

Annexe 1 – Modèle de description des techniques de transmission radioélectrique	13
Annexe 2 – Environnements d'essai et modèles de mise en place.....	22
Appendice 1 de l'Annexe 2 – Modèles de propagation	44
Appendice 2 de l'Annexe 2 – Calcul de l'effet Doppler pour les satellites	48
Annexe 3 – Procédures d'évaluation détaillées.....	50

1 Introduction

Les systèmes IMT-2000 (Télécommunications mobiles internationales-2000) sont des systèmes mobiles de la troisième génération qui devraient entrer en service autour de l'an 2000, sous réserve de considérations commerciales. Ils permettront d'accéder, au moyen d'une ou plusieurs liaisons radioélectriques, à un large éventail de services de télécommunication assurés par des réseaux de télécommunication fixes (par exemple le RTPC/RNIS) ainsi qu'à d'autres services propres aux usagers mobiles.

Ces systèmes utilisent différents types de stations mobiles, conçues pour une utilisation dans le service fixe ou le service mobile, reliées à des réseaux de Terre et/ou des réseaux à satellites.

Les principales caractéristiques des systèmes IMT-2000 sont les suivantes:

- grande similitude de conception au niveau mondial;
- compatibilité des services entre eux et avec les réseaux fixes;
- qualité élevée;
- utilisation d'une petite station de poche avec possibilité de déplacement dans le monde entier.

Les IMT-2000 fonctionneront dans le monde entier, dans les bandes attribuées conformément au numéro S5.388 du Règlement des radiocommunications (1 885-2 025 et 2 110-2 200 MHz, la composante satellite étant limitée aux bandes 1 980-2 010 et 2 170-2 200 MHz). Ils sont définis par un ensemble de Recommandations interdépendantes de l'UIT, dont celle-ci fait partie.

L'un des objectifs nominaux des IMT-2000 est de réduire au minimum le nombre d'interfaces radioélectriques et, s'il en faut plusieurs, de faire en sorte qu'elles comportent le plus d'éléments communs possibles. Ces interfaces seront utilisées dans les environnements d'exploitation radioélectriques décrits dans la Recommandation UIT-R M.1034. Il se peut que plusieurs ensembles de techniques de transmission radioélectrique (SRTT) satisfassent aux exigences imposées aux interfaces radioélectriques. La présente Recommandation expose la procédure et les critères qui permettront d'évaluer les techniques de transmission radioélectrique (RTT) proposées.

Les IMT-2000 sont des systèmes complexes et leur représentation sous la forme de Recommandations évolue. Afin de ne pas freiner les progrès accomplis dans ce domaine, il est préférable d'élaborer une série de Recommandations portant sur leurs différents aspects, tout en s'efforçant d'éviter des contradictions entre ces textes. Toutefois, si tel était le cas, ces contradictions seraient levées par de nouvelles Recommandations ou par la révision de Recommandations existantes.

2 Objet

La présente Recommandation donne des directives sur la procédure et les critères à utiliser pour évaluer les RTT dans divers environnements d'essai. Ces environnements, qui y sont définis, sont choisis de manière à simuler avec précision des environnements d'exploitation radioélectriques contraignants. La procédure vise à permettre une évaluation technique objective et complète de l'incidence des RTT proposées sur la qualité de fonctionnement globale et les aspects économiques généraux des IMT-2000. Elle permet également de s'assurer que les objectifs généraux des IMT-2000 sont atteints.

Ceux qui proposent et mettent au point des RTT trouveront ci-après des bases communes pour la soumission et l'évaluation de ces techniques et des aspects des systèmes ayant une incidence sur la qualité de fonctionnement radioélectrique.

Une certaine marge de manœuvre est ménagée pour tenir compte des nouvelles techniques.

Le choix proprement dit des RTT adaptées aux IMT-2000 sort du cadre de la présente Recommandation, celle-ci traitant uniquement des méthodes d'évaluation technique, dont les résultats feront l'objet d'un rapport à l'UIT-R.

3 Structure de la Recommandation

Le § 5 traite des considérations relatives aux RTT et de la partie de l'interface radioélectrique dépendant de la transmission qui est prise en compte dans la procédure d'évaluation. Le § 6 expose les critères permettant d'évaluer les RTT et le § 7 présente les environnements d'essai dans lesquels les RTT proposées sont évaluées. Le § 8 décrit la procédure générale d'évaluation des RTT et le § 9 donne des précisions sur la méthode d'évaluation.

Les annexes suivantes font partie intégrante de la présente Recommandation:

Annexe 1: Modèle de description des techniques de transmission radioélectrique

Annexe 2: Environnements d'essai et modèles de mise en place

Annexe 3: Procédures d'évaluation détaillées

4 Documents connexes

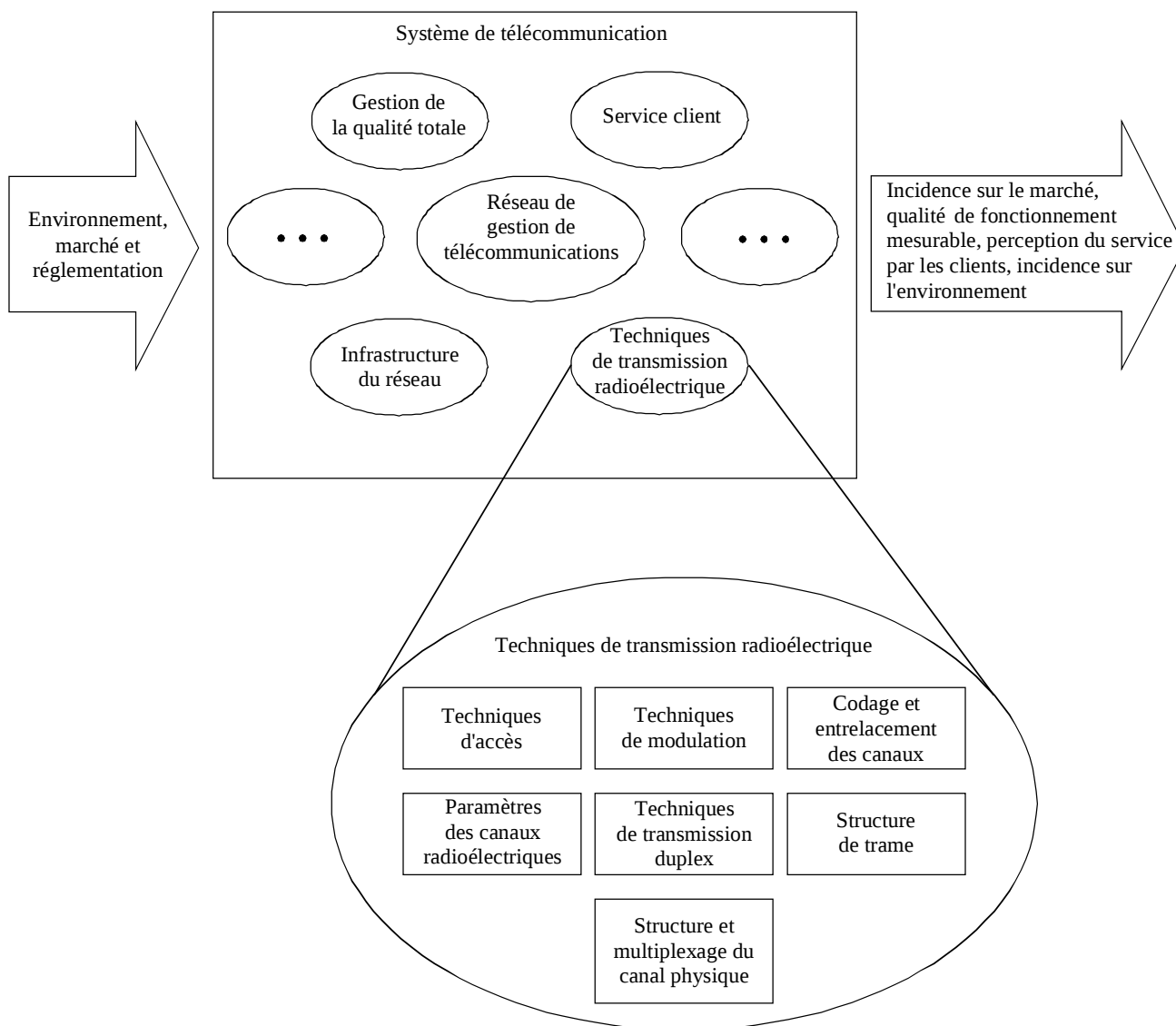
Recommandation UIT-R M.687	Télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)
Recommandation UIT-R M.816	Cadre de description pour des services assurés par les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)
Recommandation UIT-R M.818	Utilisation des satellites dans les télécommunications 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.1034	Exigences imposées à la ou aux interfaces radioélectriques des télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)
Recommandation UIT-R M.1035	Cadre de description de la ou des interfaces radioélectriques et fonctionnalité 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-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)
Recommandation UIT-T G.174	Objectifs de qualité de transmission des systèmes numériques de communication personnelle terrestres sans fil utilisant des terminaux portables ayant accès au réseau téléphonique public commuté
Recommandation UIT-T F.115	Objectifs de service et principes relatifs aux futurs systèmes mobiles terrestres publics de télécommunication
Recommandation UIT-R M.1167	Cadre de description de l'élément satellite des télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)
Recommandation UIT-T E.770	Concept de qualité d'écoulement du trafic en cas d'interconnexion des réseaux mobiles terrestres et des réseaux fixes
Recommandation UIT-T E.771	Paramètres de niveau de service du réseau et valeurs cibles pour les services mobiles terrestres avec commutation de circuits

5 Considérations relatives aux techniques de transmission radioélectrique

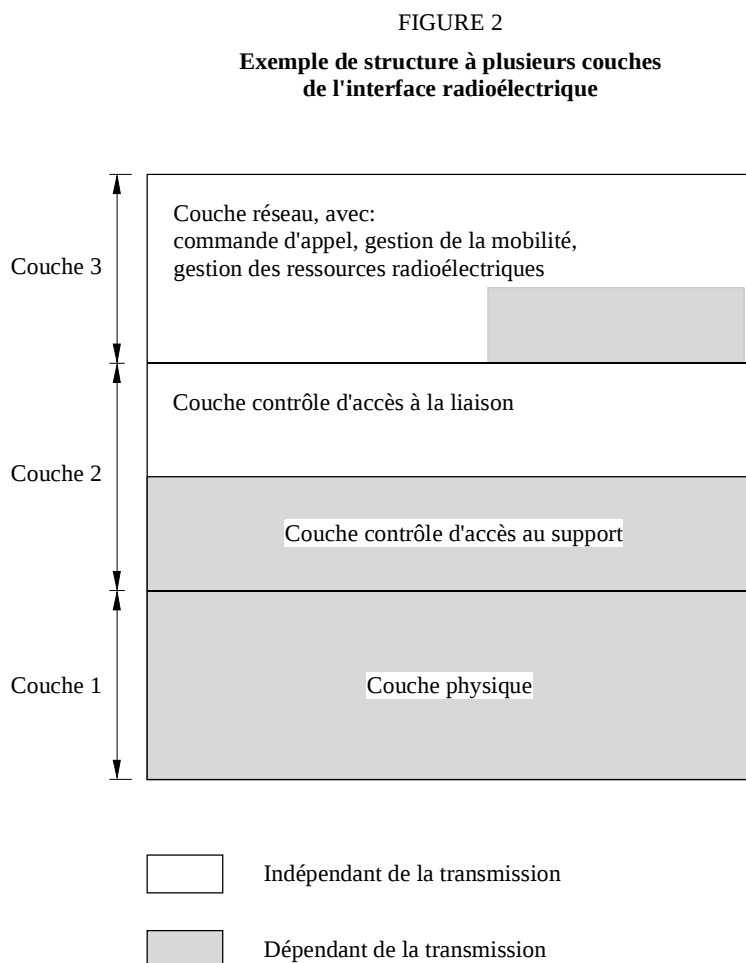
Dans un système de télécommunication (voir la Fig. 1), la RTT correspond à une combinaison de choix et de notions techniques qui permettent de fournir un sous-système radioélectrique. Le processus d'évaluation des techniques proposées pour les IMT-2000 consistera à accroître au maximum le nombre d'aspects indépendants de la transmission et à réduire le plus possible les différences entre les autres parties dépendant de la transmission des divers environnements d'exploitation du point de vue de la mise en œuvre.

FIGURE 1

Techniques de transmission radioélectrique dans le cadre d'un système de télécommunication global



La Fig. 2 présente un exemple de structure à plusieurs couches de l'interface radioélectrique.



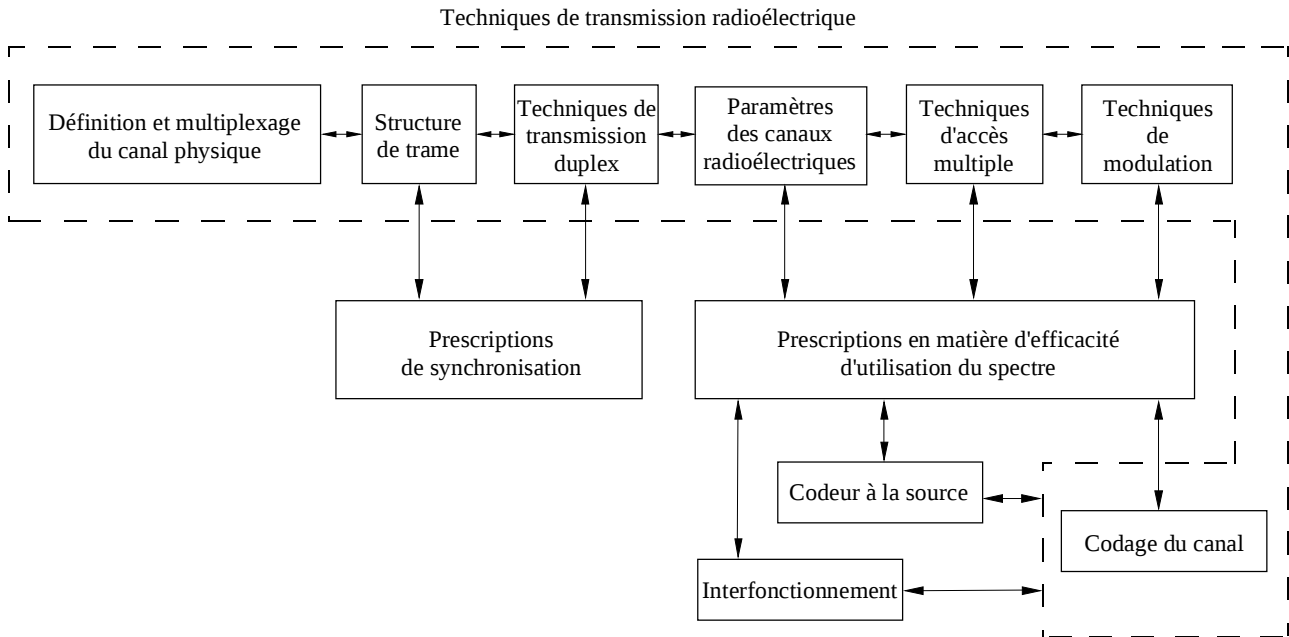
1225-02

Ainsi qu'il ressort de la Fig 3, la partie dépendant de la transmission de l'interface radioélectrique peut être considérée comme un jeu de blocs fonctionnels, lesquels ne sont pas tous nécessairement dépendants de la transmission dans leur intégralité. Les blocs fonctionnels définis ici sont les suivants:

- techniques d'accès multiple,
- techniques de modulation,
- codage et entrelacement des canaux,
- paramètres des canaux radioélectriques (largeur de bande, attribution et espacement des canaux),
- techniques de transmission duplex,
- structure de trame,
- structure et multiplexage du canal physique.

Au moment d'opérer des choix techniques, il faut tenir compte des interactions entre les blocs fonctionnels précités. Certaines de ces interactions sont indiquées sur la Fig. 3 et sont décrites de façon plus détaillée au § 5.1.

FIGURE 3
Blocs fonctionnels et interactions



1225-03

5.1 Blocs fonctionnels des techniques de transmission radioélectrique

5.1.1 Techniques d'accès multiple

Le choix de la technique d'accès multiple influe beaucoup sur la conception de l'interface radioélectrique.

5.1.2 Techniques de modulation

Le choix de la technique de modulation dépend essentiellement de l'environnement radioélectrique et des prescriptions en matière d'efficacité d'utilisation du spectre.

5.1.3 Codage et entrelacement des canaux

Le choix du codage du canal dépend des conditions de propagation et de l'efficacité d'utilisation du spectre ainsi que des exigences de qualité des différents services. Avec des cellules étendues, notamment dans le cas de la composante satellite, le codage du canal doit généralement être plus puissant, alors qu'avec des systèmes microcellulaires utilisés dans un environnement piéton, il peut être moins complexe. En ce qui concerne le choix du codage du canal avec ou sans entrelacement, il peut être souhaitable de disposer de plusieurs solutions, en optant pour celle qui convient le mieux à l'environnement de service approprié.

5.1.4 Techniques de transmission duplex

Le choix de la technique de transmission duplex influe surtout sur la largeur de bande des canaux radioélectriques et sur la longueur de trame à adopter. Cette technique peut être indépendante de la technique d'accès, étant donné, par exemple, que le duplex par répartition en fréquence (DRF) ou le duplex par répartition dans le temps (DRT) peut être utilisé indifféremment avec des systèmes AMRT ou AMRC.

5.1.5 Structure et multiplexage du canal physique

Un canal physique est une portion donnée d'un canal ou de plusieurs canaux radioélectriques définie dans le domaine des fréquences, du temps et du codage.

5.1.6 Structure de trame

La structure de trame dépend surtout de la technique d'accès multiple (par exemple AMRF, AMRT ou AMRC) et de la technique de transmission duplex (par exemple, DRF ou DRT) retenues. Il convient d'avoir un maximum d'éléments communs en conservant la même structure de trame chaque fois que cela est possible. Autrement dit, les champs de données qui identifient des canaux physiques et logiques et la longueur de trame doivent si possible être maintenus.

5.1.7 Paramètres des canaux radioélectriques

Les paramètres des canaux radioélectriques comprennent notamment la largeur de bande, l'attribution et l'espacement des canaux.

5.2 Autres blocs fonctionnels

5.2.1 Codeurs à la source

De façon générale, le codeur à la source peut être choisi indépendamment de la méthode d'accès.

5.2.2 Interfonctionnement

La fonction d'interfonctionnement (IWF) permet d'adapter des services de transmission de données normalisés aux débits utilisés au niveau interne par le sous-système de transmission radioélectrique. Elle alimente le codeur du canal à l'émission et est alimentée par le décodeur du canal à la réception.

6 Caractéristiques techniques choisies pour l'évaluation

Étant donné que l'interface radioélectrique n'est qu'une partie d'un système, le choix de telle ou telle RTT (voir la Fig. 1) pour assurer une interface radioélectrique destinée aux IMT-2000 suppose un examen des caractéristiques techniques générales, afin de tenir compte des aspects les plus importants susceptibles d'influer sur les aspects économiques et la qualité de fonctionnement du système.

Pour des raisons pratiques, on a choisi un petit nombre de caractéristiques techniques, mais cela ne signifie nullement que les autres critères (techniques ou non) ne sont pas pertinents ou importants. Toutefois, on a estimé que les aspects essentiels du système qui subissent l'influence des RTT sont correctement traités avec les caractéristiques techniques retenues.

Étant donné qu'il est difficile de prévoir l'avenir, notamment dans le domaine technique, on a également fait en sorte qu'il soit possible de procéder à une évaluation technique objective de toutes les techniques possibles et en particulier des techniques nouvelles. Pour ce faire, on s'assure que ne soient pas évaluées seulement les techniques proprement dites, mais aussi leur incidence sur la qualité de fonctionnement et les aspects économiques du système.

6.1 Critères d'évaluation des techniques de transmission radioélectrique

Chacune des caractéristiques techniques définies ci-après servira de critère d'évaluation et sera examinée de manière plus approfondie à l'Annexe 3 (attributs techniques spécifiques). Le modèle de description des RTT fait l'objet de l'Annexe 1.

Certains critères, comme l'efficacité de couverture ou l'efficacité d'utilisation du spectre, peuvent être mesurés et chiffrés sous forme numérique. Certains scénarios d'essai sont présentés à l'Annexe 2, afin de permettre aux entreprises proposant des RTT et aux responsables de l'évaluation de calculer et de vérifier les chiffres nécessaires sur une base commune et équitable.

Les autres critères (la souplesse, par exemple) doivent, de par leur caractère plus subjectif, faire l'objet d'une évaluation qualitative. Les entreprises et les responsables de l'évaluation devront indiquer, commentaires à l'appui, les avantages et inconvénients des techniques proposées, en tenant compte des paramètres techniques considérés comme étant en rapport avec les critères. On trouvera à l'Annexe 3 une liste des paramètres techniques qui seront pris en considération pour chaque critère d'évaluation.

6.1.1 Efficacité d'utilisation du spectre

L'utilisation optimale du spectre radioélectrique est très importante pour les interfaces radioélectriques des IMT-2000. En général, plus le trafic de télécommunication peut être écoulé avec une qualité donnée pour une bande de fréquences donnée, plus le spectre est utilisé de manière rationnelle. L'évaluation de la capacité de trafic téléphonique et de la capacité de transmission de l'information doit notamment tenir compte de la réutilisation des fréquences et du préfixe de signalisation (voir à ce propos l'Annexe 2).

6.1.2 Complexité technique – Incidence sur les coûts d'installation et d'exploitation

Ce critère correspond à l'incidence d'une RTT donnée sur la complexité (et donc sur le coût) de la mise en œuvre (équipements, infrastructure, installation, etc.). Autrement dit, la recherche de la technique la moins complexe est la solution préférable. Afin de réduire le plus possible les coûts et dans un souci de fiabilité maximale des équipements, le niveau de complexité des techniques retenues doit correspondre à l'état actuel de la technique, aux objectifs de service et à l'environnement radioélectrique. Certaines technologies peuvent être mises en œuvre de diverses manières, ce qui permet de trouver un compromis entre la complexité, le coût et la qualité de fonctionnement.

Le coût des IMT-2000 (coût de l'installation et coût d'exploitation) dépend des techniques de transmission autant que du niveau de qualité et de fiabilité. A un certain niveau de qualité, il est influencé par la complexité du matériel radioélectrique, par les autres infrastructures de réseau nécessaires et par les aspects opérationnels actuels des IMT-2000.

6.1.3 Qualité

La plupart des paramètres de qualité faisant l'objet d'autres Recommandations constituent les prescriptions minimales à respecter et ne doivent pas être traités dans le processus d'évaluation. L'évaluation des RTT portera sur l'incidence du temps de traitement de la transmission sur le temps de propagation de bout en bout, sur le taux d'erreur binaire (TEB) moyen, prévu dans les conditions d'essai prescrites, sur le débit binaire maximal pouvant être assuré dans des conditions précises et sur la capacité globale de ces techniques d'éviter au maximum la désorganisation des circuits pendant le transfert. En outre, l'évaluation portera sur la capacité de garantir la qualité voulue dans des conditions extrêmes (surcharge du système, défaillances matérielles, brouillages, etc.).

6.1.4 Souplesse des techniques radioélectriques

Ce critère est de la plus haute importance pour les exploitants de systèmes IMT-2000, lesquels doivent en effet offrir la souplesse nécessaire du point de vue de la mise en place, de la fourniture du service, de la planification des ressources et du partage des fréquences. Parmi les aspects à prendre en considération figurent:

- l'aptitude à trouver un compromis entre la capacité et la qualité des signaux radioélectriques, tout en respectant les prescriptions minimales de qualité;
- la capacité d'adaptation du ou des systèmes à des conditions de propagation et de trafic différentes et/ou variables avec le temps;
- la facilité de gestion des ressources radioélectriques;
- la possibilité d'utiliser l'architecture de l'accès hertzien fixe (fixed wireless access – FWA);
- la facilité de fourniture du service, notamment la capacité de transmission à débit binaire variable, la transmission de données en mode paquet et la transmission simultanée de services téléphoniques et autres que téléphoniques.

Pour les services de Terre, on tiendra compte:

- de la possibilité d'utiliser l'architecture à cellules mixtes (picocellules, microcellules, macrocellules et mégacellules);
- de la possibilité, pour plusieurs exploitants d'exercer leurs activités dans les mêmes zones de service ou des zones de service qui se recoupent. Les RTT seront évaluées compte tenu de leur capacité:
 - de partager efficacement une bande de fréquences commune;
 - de partager des infrastructures de réseau (par exemple, dans les zones à faible densité d'abonnés);
 - d'assurer le transfert entre des systèmes exploités par différents opérateurs.

6.1.5 Incidence sur l'interface du réseau

Il est souhaitable de réduire le plus possible l'incidence des sous-systèmes radioélectriques sur les interfaces du réseau fixe. Il se peut que le choix des RTT influe sur les interfaces de réseau dont les IMT-2000 ont besoin pour pouvoir fonctionner dans plusieurs environnements et sur les informations qu'elles permettent d'acheminer. La synchronisation nécessaire entre les stations de base (BS) et entre les systèmes utilisant en partage un emplacement et des bandes de fréquences peut ne pas être la même. Les exigences que la procédure de transfert impose aux réseaux peuvent elles aussi être différentes. Le passage d'un environnement à un autre, par exemple, le transfert d'appel du RTPC à un autocommutateur privé hertzien, peut exiger des fonctions supplémentaires du RTPC. Il se peut notamment que le nombre de messages de signalisation, les prescriptions en matière de commutation et la capacité de transmission des stations de base aux commutateurs soient différents. En conséquence, il convient d'évaluer les RTT en fonction de leurs incidences sur les interfaces du réseau fixe.

6.1.6 Capacité d'optimisation de la qualité de fonctionnement des terminaux de poche

Les terminaux de poche IMT-2000 seront utilisés dans un grand nombre d'environnements et d'applications d'utilisateur qui sont définis dans les Recommandations relatives aux IMT-2000, dont la Recommandation UIT-R M.1034. Comme dans le cas des systèmes hertziens de la génération précédente, le succès commercial des IMT-2000 dépendra des applications téléphoniques et de transmission de données personnelles qu'offriront les terminaux de poche.

Lors de l'évaluation des RTT destinées à des environnements d'exploitation IMT-2000 individuels ou multiples, il convient de tenir compte des éléments suivants:

- puissance d'émission requise,
- caractéristiques de linéarité à l'émission et à la réception,
- dimension et poids en fonction de l'application,
- capacité de réception intermittente,
- rythme de l'horloge du circuit,
- complexité globale.

6.1.7 Efficacité de couverture/rendement de puissance

Dans les systèmes de Terre, le nombre minimal de stations de base par kilomètre carré à prévoir pour une assignation de fréquence donnée en vue d'offrir un certain volume de trafic, compte tenu de la couverture requise, est important lorsque les niveaux de trafic sont peu élevés. Lorsque la charge de trafic est faible, le système sera limité par le bruit et le nombre de stations de base sera limité par la distance maximale que permettent les techniques actuelles.

Pour une faible charge, la distance et l'efficacité de couverture sont les aspects principaux, alors que pour une charge élevée, la capacité et l'efficacité d'utilisation du spectre sont plus importantes.

On considère que les techniques qui assurent la couverture voulue avec moins de stations de base pour un environnement d'essai donné ont une plus grande efficacité de couverture.

L'efficacité de couverture définie ci-dessus n'est pas applicable aux systèmes à satellites avec ce critère d'évaluation.

Dans les systèmes à satellites, l'alimentation continue pouvant être convertie en puissance radioélectrique utilisable est limitée et fixe pour un satellite donné. En conséquence, il est important que cette puissance soit utilisée de manière rationnelle et permette d'obtenir le maximum de canaux de trafic avec une qualité donnée. Le rendement de puissance défini ici n'est pas applicable aux systèmes de Terre.

7 Environnements d'essai retenus pour l'évaluation

Les environnements d'essai retenus pour l'évaluation font l'objet de l'Annexe 2. Les environnements d'exploitation choisis pour les essais sont les suivants:

- bureaux,
- extérieur vers intérieur et piétons,
- véhicules,
- piétons/véhicules avec plusieurs cellules,
- satellites.

8 Évaluation des techniques de transmission radioélectrique par des groupes d'évaluation indépendants: lignes directrices

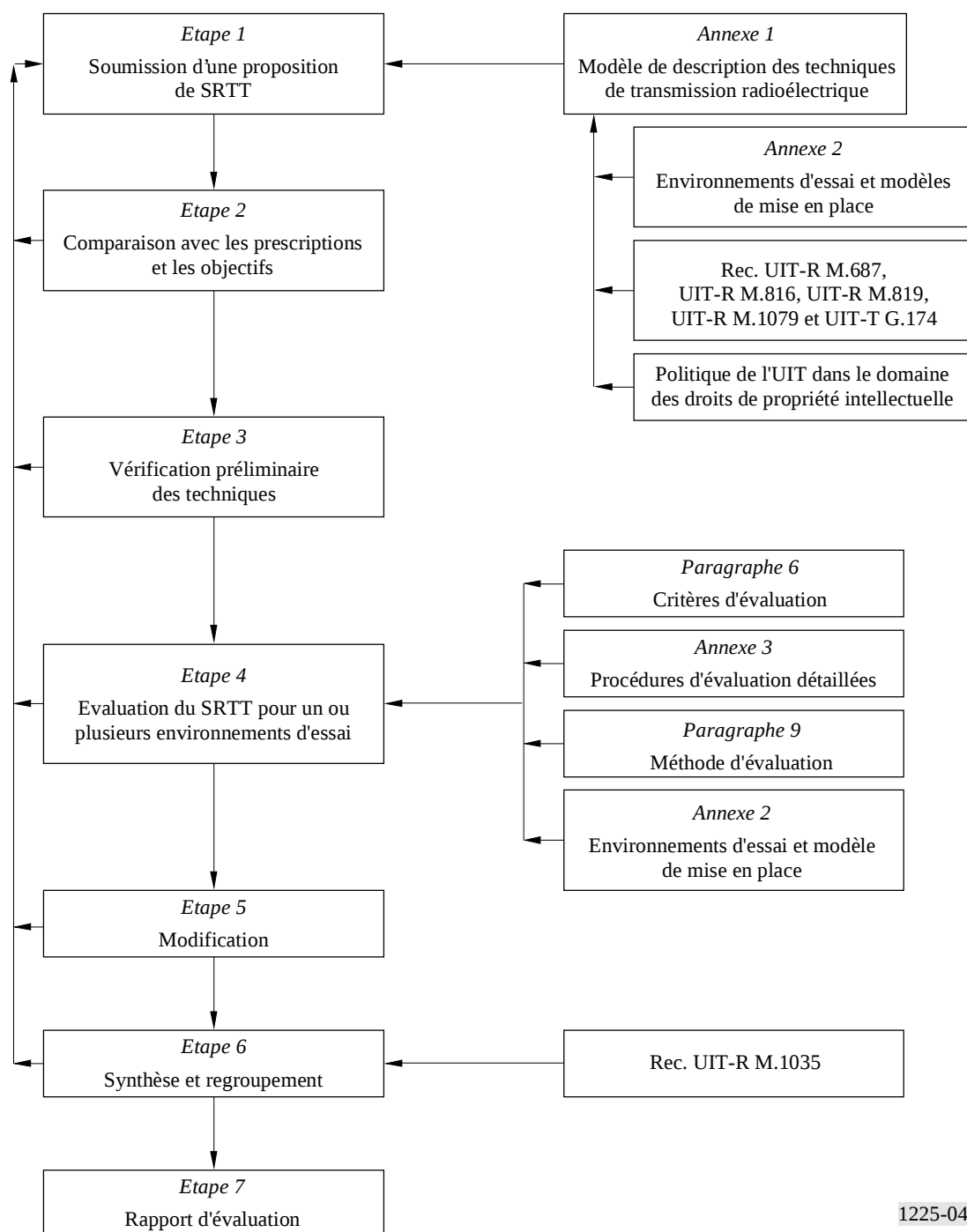
On trouvera ci-après des lignes directrices permettant d'évaluer les RTT ou les SRTT proposés pour l'interface radioélectrique IMT-2000. Il s'agit d'évaluer les SRTT proposés globalement, car il est difficile d'évaluer les techniques de transmission indépendamment les unes des autres.

Les lignes directrices portent uniquement sur l'évaluation des aspects liés à la transmission radioélectrique et non sur celle des aspects relatifs aux systèmes (système à satellites notamment). Toutefois, comme certaines combinaisons de RTT peuvent avoir une incidence sur le réseau, la procédure d'évaluation en tient compte (étape 4).

La Fig. 4 présente schématiquement les différentes phases de la procédure d'évaluation.

Les résultats feront ensuite l'objet d'un rapport d'évaluation soumis à l'UIT-R.

FIGURE 4



1225-04

Lignes directrices pour l'évaluation

La procédure d'évaluation comporte les étapes suivantes.

Étape 1 – Soumission d'une proposition de RTT

Les propositions de RTT seront accompagnées d'une description technique présentée à l'aide du formulaire de l'Annexe 1, afin de faciliter les comparaisons. Pour évaluer les aspects liés à la qualité de fonctionnement des RTT proposées, par exemple la capacité de trafic, il est nécessaire de prendre pour hypothèse des conditions appropriées avec modèles de propagation, conditions de trafic et qualité de fonctionnement objective. On trouvera à l'Annexe 2 les hypothèses en matière d'environnements d'essai et de modèles de mise en place sur lesquelles les propositions de RTT devront se fonder.

Les RTT proposées doivent également satisfaire aux objectifs et aux prescriptions des IMT-2000 définis dans les Recommandations actuelles relatives à ces systèmes (voir le § 4). En outre, il convient de préciser la catégorie de droit de propriété intellectuelle (IPR) (voir l'Annexe 1).

Le formulaire de l'Annexe 1 est suffisamment détaillé pour permettre une évaluation précise de la qualité de fonctionnement globale des RTT proposées. Dans le cas de nouvelles techniques proposées, on sera peut-être amené à l'affiner et à ajouter ou à demander des renseignements supplémentaires.

En outre, il est entendu que le formulaire de l'Annexe 1 ne constitue qu'une liste de paramètres techniques liés aux radiocommunications. Il se peut que d'autres éléments, indispensables pour le choix d'un système commercial, ne soient pas pris en considération.

Étape 2 – Comparaison avec les prescriptions et les objectifs

Les RTT proposées seront évaluées par rapport aux prescriptions et aux objectifs techniques définis dans les Recommandations sur les IMT-2000.

Étape 3 – Vérification préliminaire des techniques

Les entreprises pourront être invitées à fournir des renseignements supplémentaires, par exemple les résultats d'essais de logiciels, de simulation ou de matériel, pour que les principaux éléments des techniques qu'elles proposent puissent être vérifiés.

Étape 4 – Évaluation des RTT

Les RTT proposées seront évaluées au moyen d'analyses et de simulations, par rapport à la série de critères définis au § 6 pour les environnements d'essai décrits à l'Annexe 2. Chaque RTT sera ensuite évaluée conformément à la procédure de l'Annexe 3.

Étape 5 – Modification

Les entreprises pourront modifier les RTT qu'elles proposent en reprenant la procédure d'évaluation à partir de l'étape 1.

Étape 6 – Synthèse et regroupement

D'après les résultats des étapes 4 et 5, les entreprises seront invitées à constituer un groupe «optimal» de RTT applicables à tous les environnements d'essai IMT-2000. Ce regroupement doit également tenir compte de la nécessité de multiplier les éléments communs pour que les RTT du groupe puissent être utilisées dans tous les environnements. La Recommandation UIT-R M.1035 donne à cet effet des lignes directrices à appliquer au cours de cette étape.

Étape 7 – Rapport d'évaluation

Il convient de soumettre à l'UIT-R un rapport d'évaluation comprenant les éléments suivants:

- Description des techniques conformément à l'Annexe 1.
- Évaluation reposant sur les Annexes 2 et 3.
- Renseignements applicables.

9 Méthode d'évaluation

Après avoir évalué les RTT proposées par rapport aux prescriptions et aux objectifs techniques et effectué une vérification préliminaire des techniques (étapes 2 et 3 du § 8), il sera procédé à une évaluation technique de ces RTT au regard de chaque critère d'évaluation indiqué au § 6.1. Cette évaluation sera faite dans les environnements d'essai appropriés, à l'aide des modèles de mise en place décrits dans l'Annexe 2. Les RTT proposées seront évaluées, sur la base des descriptions techniques soumises, à l'aide du formulaire de description des techniques de l'Annexe 1. Les procédures d'évaluation détaillées font l'objet de l'Annexe 3, qui énumère les attributs techniques à prendre en considération pour l'évaluation des RTT par rapport à chaque critère d'évaluation.

Les critères d'évaluation peuvent être subdivisés en critères objectifs et en critères subjectifs. Les premiers correspondent aux attributs techniques pouvant être évalués quantitativement, tandis que les seconds désignent un ensemble d'attributs techniques pouvant être évalués quantitativement et d'attributs techniques pouvant être évalués qualitativement.

Critères objectifs	Critères subjectifs
– Efficacité d'utilisation du spectre – Efficacité de couverture et de puissance	– Complexité technique – Incidence sur les coûts d'installation et d'exploitation – Qualité – Souplesse des techniques radioélectriques – Incidence sur les interfaces du réseau – Capacité d'optimisation de la qualité de fonctionnement des terminaux de poche

9.1 Critères objectifs

Pour ces critères, l'évaluation s'effectue sur la base des renseignements quantitatifs soumis pour chaque attribut technique. Les groupes d'évaluation indépendants peuvent formuler des observations sur les résultats et demander un complément d'information ou de nouveaux calculs afin de vérifier encore les chiffres indiqués (par exemple en demandant des résultats de simulation lorsque seules des analyses théoriques ont été faites). Les entreprises sont autorisées à répondre à ces observations dans un délai prescrit. Les conclusions ou observations finales sont alors publiées par les responsables de l'évaluation et une évaluation récapitulative des critères (voir le § 9.4) tenant compte de tous les résultats est présentée.

9.2 Critères subjectifs

Il est difficile de faire une évaluation chiffrée de ces critères, car les renseignements soumis pour un attribut technique peuvent être qualitatifs et non quantitatifs. Une évaluation technique est néanmoins possible et intéressante si l'on opte pour une évaluation récapitulative des critères, puisqu'elle permet de comprendre les avantages et les inconvénients relatifs de chaque RTT proposée. Ce processus d'évaluation permet d'obtenir les renseignements techniques les plus importants pour les décideurs. Comme pour les critères objectifs, les responsables de l'évaluation peuvent formuler des observations sur les résultats et demander un complément d'information afin de valider encore les RTT soumises. Les entreprises sont autorisées à répondre à ces observations dans un délai prescrit. Les conclusions ou observations finales sont alors publiées par les responsables de l'évaluation et une évaluation récapitulative des critères (voir le § 9.4) tenant compte de tous les résultats est présentée.

9.3 Tableau utilisé pour l'évaluation

Il convient d'utiliser le tableau ci-après pour la soumission à l'UIT-R des renseignements concernant l'évaluation. Le contenu du tableau est un exemple donné pour information.

TABLEAU POUR LE RTT A – CRITÈRE 1

Critère Souplesse	Observations formulées par l'entreprise qui propose la RTT	Observations formulées par le responsable de l'évaluation
<i>1^{er} attribut technique</i> Possibilités de débit binaire d'utilisateur variable	Quelle est la qualité de fonctionnement de la RTT au regard de cet attribut? Cet attribut technique présente-t-il de l'intérêt pour la RTT proposée?	Demande de précisions, désaccord, etc.; indication de l'importance relative de cet attribut par rapport à d'autres dans le cadre de ce critère
<i>2^e attribut technique</i>	Cet attribut est sans objet car notre technique n'utilise pas cette caractéristique particulière, ...	
<i>3^e attribut technique</i> Effet Doppler maximal admissible	Chiffres à fournir xxx Observations (par exemple, ce chiffre a été obtenu sur la base des hypothèses suivantes)	Observations relatives à la validité des résultats; demande de vérification supplémentaire concernant le matériel
...		
<i>Observations</i>	Observations générales des entreprises (nouveaux paramètres techniques à prendre en considération, etc.)	Observations générales des responsables de l'évaluation (demande de classification, omissions, etc.)
<i>Observations relatives à la 2^e étape</i>	Réponse aux observations formulées par le responsable de l'évaluation	Résumé d'évaluation de critères; renseignements sur la manière dont l'évaluation récapitulative a été faite et sur l'importance relative des attributs techniques et d'autres considérations

9.4 Évaluations récapitulatives

Pour pouvoir comparer plusieurs RTT, il est utile de disposer des résumés d'évaluation de critères pour chaque RTT. Un tel résumé d'évaluation de critères peut être difficile à faire lorsque des attributs qualitatifs et des attributs quantitatifs doivent être pris en compte et que l'importance relative de chaque attribut technique diffère selon les critères d'évaluation généraux.

Afin de faciliter ce type de résumé d'évaluation de critères, l'Annexe 3 indique l'importance ou le classement relatif des différents attributs techniques pour chaque critère d'évaluation. Ce classement repose sur les besoins commerciaux actuellement prévus dans certains pays. Il est entendu que ces besoins peuvent varier d'un pays à l'autre et dans le temps. Il est également entendu que pendant la procédure d'évaluation, on pourra identifier certains attributs techniques nouveaux ou éléments importants qui auraient une incidence sur les résumés. L'Annexe 3 prévoit que les groupes d'évaluation pourront modifier, le cas échéant, les groupes d'attributs techniques, ou ajouter de nouveaux attributs ou éléments au moment de faire le résumé d'évaluation de critères.

Tous les groupes d'évaluation sont priés de fournir, dans les rapports d'évaluation, des renseignements sur les résumés d'évaluation de critères, en indiquant notamment l'importance relative accordée à chaque attribut technique et les autres éléments ayant influé sur ces résumés.

9.4.1 Méthode à appliquer pour les résumés d'évaluation de critères

Certains groupes d'évaluation souhaiteront peut-être recourir à une méthode pour faire le résumé d'évaluation de critères. On trouvera ci-après un exemple de méthode numérique possible. D'autres méthodes – numériques ou non – pourront néanmoins être utilisées pour ces résumés, à condition que le rapport d'évaluation contienne une documentation appropriée sur la méthode utilisée.

Les attributs techniques décrits dans l'Annexe 3 sont classés selon leur incidence globale sur tel ou tel critère d'évaluation. On peut attribuer un rang relatif à chaque groupe en fonction de l'importance ou de l'incidence telle qu'elle est perçue pour chaque critère. Cela permet d'ajouter des attributs définis de manière qualitative et quantitative qui seront évalués simultanément et objectivement lors de la comparaison des RTT proposées.

La comparaison de la qualité de fonctionnement des RTT est faite pour chaque attribut pour un critère d'évaluation donné. La qualité de fonctionnement relative des attributs pour différents RTT est mesurée quantitativement sur une échelle à quatre notes: médiocre, passable, bonne et excellente. La qualité de fonctionnement des attributs est considérée comme médiocre lorsque les objectifs des IMT-2000 ne sont pas atteints et comme excellente lorsque les objectifs sont dépassés.

Compte tenu de la caractérisation relative des attributs précités, on détermine une note différentielle sur la base de la comparaison de la qualité de fonctionnement des attributs. Après avoir effectué cette comparaison, les différences entre les notes des attributs sont multipliées par les pondérations convenues et additionnées pour déterminer une note différentielle de la qualité de fonctionnement globale des RTT du point de vue de ce critère.

ANNEXE 1

Formulaire de description des techniques de transmission radioélectrique

Description des techniques de transmission radioélectrique

Il faut décrire les RTT en détail pour avoir une vue d'ensemble et bien comprendre leurs fonctions. On trouvera dans la présente annexe un formulaire propre à faciliter la description technique des caractéristiques des RTT proposées.

Pour chaque environnement d'essai dans lequel il est proposé d'exploiter des RTT, il convient de fournir les paramètres techniques énumérés plus loin, de remplir les formulaires pertinents de l'Annexe 2 et de donner tout autre renseignement utile. Pour ce faire, on présentera:

- un formulaire pour chaque environnement d'essai; ou
- un seul document contenant plusieurs réponses pour les paramètres techniques qui varient en fonction de l'environnement d'essai.

Outre la présentation de description technique détaillée figurant ci-dessous, les entreprises qui proposent des RTT doivent veiller à ce que ces RTT soient conformes aux objectifs généraux des IMT-2000 tels qu'ils sont définis dans les Recommandations actuelles (voir le § 4). Elles doivent également préciser si les RTT proposées sont conformes à la politique actuelle de l'UIT en matière de droits de propriété intellectuelle (IPR).

On trouvera dans le tableau ci-après les paramètres techniques nécessaires pour définir une proposition. Les entreprises pourront fournir tout nouveau renseignement susceptible de permettre une meilleure analyse de leurs propositions.

Les IMT-2000 s'adresseront aussi bien à des utilisateurs de systèmes mobiles qu'à des utilisateurs de systèmes hertziens fixes partageant des emplacements géographiques communs et des bandes de fréquences communes. En conséquence, on pourra concevoir certains paramètres conjointement pour l'une ou l'autre catégorie d'utilisateurs. Afin de tenir compte de l'utilisation d'une RTT proposée dans un environnement hertzien fixe, la description donnée dans le formulaire doit indiquer si un paramètre est conçu pour être utilisé dans les deux cas.

SOMMAIRE

- A1.1 Environnement d'essai
- A1.2 Paramètres techniques
- A1.3 Qualité de fonctionnement escomptée
- A1.4 Contraintes techniques
- A1.5 Renseignements à fournir dans le formulaire relatif au bilan de liaison de Terre
- A1.6 Configuration du système à satellites

A1.1	Environnement d'essai.
A1.1.1	Dans quels environnements d'essai la RTT fonctionnera-t-elle?
A1.1.2	Si la RTT peut fonctionner dans plusieurs environnements d'essai, quel environnement le présent formulaire de description des techniques concerne-t-il?
A1.1.3	La RTT est-elle dotée de fonctions d'appui de l'application FWA (accès hertzien fixe)? Préciser l'incidence de ces fonctions sur les paramètres techniques énumérés dans le présent formulaire, en indiquant s'ils concernent les applications mobiles et les applications FWA.
A1.2	Paramètres techniques NOTE 1 – Les paramètres relatifs aux liaisons aller et retour doivent, au besoin, être décrits séparément.
A1.2.1	Quelle est la bande de fréquences (MHz) minimale requise pour mettre en place le système?
A1.2.2	Quelle est la méthode de transmission duplex (DRT ou DRF)?
A1.2.2.1	Quel est l'espacement minimal des fréquences liaison montante/liaison descendante avec la méthode DRF?
A1.2.2.2	Quelles sont les prescriptions en matière d'isolation émission/réception? Le système proposé exige-t-il l'utilisation d'un duplexeur dans la station mobile ou la station de base?
A1.2.3	La RTT autorise-t-elle la transmission asymétrique pour utiliser les bandes de fréquences disponibles? Préciser.
A1.2.4	Quel est l'espacement des canaux radioélectriques (kHz)? En outre, la RTT utilise-t-elle un plan à fréquences entrelacées? NOTE 1 – Le procédé consistant à utiliser le canal deuxième-adjacent au lieu du canal adjacent au niveau d'un groupe de cellules voisines est appelé «planification de fréquences entrelacées». Si une entreprise envisage de recourir à un tel procédé, elle doit indiquer sous A1.2.4, en précisant, sous A1.2.15, le rapport de protection vis-à-vis du canal adjacent et du canal deuxième-adjacent.

A1.2.5	Quelle est la largeur de bande par canal radioélectrique duplex (MHz) mesurée aux points de la liaison descendante à 3 dB? Ce résultat s'obtient comme suit: (largeur de bande par canal radioélectrique) $\times$ (1 pour le DRT et 2 pour le DRF). Préciser.
A1.2.5.1	Le système proposé offre-t-il des capacités de largeur de bande RF multiple ou variable? Dans l'affirmative, les largeurs de bande multiples ou variables visent-elles à compenser les dégradations causées au support de transmission, sans être perceptibles par l'utilisateur final?
A1.2.6	Quel est le débit binaire des canaux radioélectriques (kbit/s)? NOTE 1 – Rapidité de modulation maximale de la fréquence radioélectrique (après codage du canal et adjonction d'une signalisation de commande dans la bande et de tout résidu de signalisation) pour pouvoir transmettre la porteuse sur un canal radioélectrique, c'est-à-dire indépendamment des techniques d'accès et des systèmes de modulation.
A1.2.7	<i>Structure de trame:</i> décrire la structure de trame en donnant des renseignements sur: – la longueur de trame, – le nombre de créneaux temporels par trame, – le temps de garde ou le nombre de bits de garde, – le débit d'information de l'utilisateur pour chaque créneau temporel, – le débit binaire du canal (après codage), – la rapidité de modulation (après modulation), – le débit binaire du canal de commande associé (ACCH), – le débit binaire de régulation de puissance. NOTE 1 – Le codage de canal peut comprendre la correction d'erreur directe (sans voie de retour) (CED), le contrôle de redondance cyclique (CRC), le canal de commande associé (ACCH), les bits de régulation de puissance et les bits de garde. Préciser. NOTE 2 – Décrire la structure de trame applicable respectivement à la liaison aller et à la liaison retour. NOTE 3 – Décrire la structure de trame pour chaque débit d'information de l'utilisateur.
A1.2.8	La RTT utilise-t-elle des sauts de fréquence? Dans l'affirmative, préciser et expliquer notamment l'incidence (favorable, par exemple) de cette technique sur la qualité de fonctionnement du système.
A1.2.8.1	Quelle est la fréquence des sauts?
A1.2.8.2	Quel est le nombre de jeux de sauts de fréquence?
A1.2.8.3	Les stations de base (BS) sont-elles synchronisées ou non?
A1.2.9	La RTT utilise-t-elle un système d'étalement?
A1.2.9.1	Quel est le débit des éléments (Mchip/s)? Débit à l'entrée du modulateur.
A1.2.9.2	Quel est le gain résultant du traitement? $10 \log$ (débit des éléments/débit d'information).
A1.2.9.3	Expliquer les structures de codage des liaisons montante et descendante et préciser le type de code (code de numérotation personnalisée (PN) ou code Walsh par exemple) et ses objectifs (étalement, identification, etc. par exemple).
A1.2.10	Quelle technique d'accès le système proposé utilise-t-il? AMRT, AMRF, AMRC, technique hybride ou nouvelle technique? Dans le cas de l'AMRC, utilise-t-on des sauts de fréquence (FH), une séquence directe (DS) ou une technique hybride? Préciser.
A1.2.11	Quelle est la technique de modulation en bande de base? Si la modulation de données et la modulation par étalement sont nécessaires, donner des précisions. Quel est le rapport de la puissance de crête à la puissance moyenne après filtrage en bande de base (dB)?
A1.2.12	Quel est le débit (traitement des erreurs) et la forme du codage de canal pour les liaisons aller et retour? Ainsi, la RTT adopte-t-elle: – la CED ou d'autres dispositifs? – une protection variable contre les erreurs? Donner des précisions; – un dispositif de décodage à décision douce ou à décision dure? Préciser; – un système de décodage itératif (codes turbo par exemple)? Préciser; – d'autres dispositifs?
A1.2.13	Quel est le schéma d'entrelacement de bits? Donner une description détaillée pour les liaisons montante et descendante.
A1.2.14	Décrire la méthode appliquée pour permettre aux récepteurs (MS et BS) de compenser les effets de la propagation par trajets multiples (par exemple par l'intermédiaire d'un égaliseur, d'un récepteur Rake, etc.).

A1.2.14.1	Décrire la tolérance aux brouillages entre symboles et les profils spécifiques d'étalement du temps de propagation les mieux adaptés ou les moins satisfaisants compte tenu de la proposition.
A1.2.14.2	Peut-on utiliser un profil d'étalement du temps de propagation variant rapidement? Préciser.
A1.2.15	Quel est le rapport de protection vis-à-vis du canal adjacent? NOTE 1 – Afin de garantir la tolérance aux brouillages par le canal adjacent, la RTT doit posséder certaines caractéristiques de réception lui permettant de résister à ces brouillages lorsque la puissance est élevée. Indiquer le niveau relatif maximal admissible de la puissance dans le canal radioélectrique adjacent (dBc). Préciser les hypothèses de calcul de ce chiffre.
A1.2.16	Classes de puissance.
A1.2.16.1	Puissance émise par le terminal mobile: quelle est la puissance rayonnée par l'antenne mesurée au niveau de cette antenne? Pour la composante de Terre, indiquer cette valeur en dBm. Pour la composante satellite, la puissance émise par le terminal mobile (dBm) correspond à la p.i.r.e.
A1.2.16.1.1	Quelle est la puissance de crête maximale d'émission à l'état actif ou occupé?
A1.2.16.1.2	Quelle est la puissance moyenne d'émission dans le temps à l'état actif ou occupé? Fournir une explication détaillée de la méthode de calcul de cette puissance.
A1.2.16.2	Puissance d'émission de la station de base par porteuse RF pour la composante de Terre.
A1.2.16.2.1	Quelle est la valeur de crête maximale de la puissance d'émission par porteuse RF rayonnée à partir de l'antenne?
A1.2.16.2.2	Quelle est la puissance moyenne d'émission par porteuse RF rayonnée à partir de l'antenne?
A1.2.17	Quel est le nombre maximal de voies téléphoniques disponibles par canal RF pouvant être prises en charge par une station de base dotée d'un canal RF (systèmes DRT) ou d'une paire de canaux RF duplex (systèmes DRF), tout en respectant les objectifs de qualité de transmission définis dans la Recommandation UIT-T G.726?
A1.2.18	<i>Possibilités de débit binaire variable</i> : décrire comment la technique proposée permet de traiter des débits de transmission variables en bande de base. Par exemple, la RTT utilise-t-elle: – un codage de la source et du canal adaptable en fonction de la qualité des signaux RF? – un débit binaire variable en fonction de l'application de l'utilisateur? – une utilisation téléphones/données variable en fonction des combinaisons de trafic nécessaires? Indiquer comment s'effectue la modification du débit binaire. En outre, quels avantages offre le système proposé en liaison avec les possibilités de débit binaire variable?
A1.2.18.1	Quels sont les débits d'information d'utilisateur pour chaque mode de débit binaire variable?
A1.2.19	Quel système de codage de la parole ou quel codec est utilisé dans la RTT proposée? S'il s'agit du système de codage de la parole ou du codec existant, en indiquer le nom. Si un système de codage de la parole ou un codec spécial (par exemple ceux qui ne sont pas normalisés par des organismes tels que l'UIT) est indispensable pour le RTT proposé, donner des précisions (système, algorithme, débit de codage, retard dû au codage et nombre de tables de codage stochastiques).
A1.2.19.1	La technique proposée offre-t-elle plusieurs débits de codage de la parole possibles? Préciser.
A1.2.20	<i>Services de transmission de données</i> : les techniques proposées comportent-elles des aspects particuliers pour la fourniture de services de transmission de données avec commutation de circuit ou commutation par paquets ou d'autres services (services de transmission de données asymétriques, par exemple)? Pour chaque classe de service (A, B, C et D), il convient de décrire les services RTT (débit binaire, temps de propagation et TEB/taux d'erreurs sur les trames (FER)). NOTE 1 – Voir la Recommandation UIT-R M.1224 pour la définition des termes suivants: – «mode de transfert par circuit», – «mode de transfert par paquet», – «service sans connexion», ainsi que pour mieux comprendre les services de transmission de données avec «commutation de circuit» et «commutation par paquets». NOTE 2 – Voir la Recommandation UIT-T I.362 pour plus de précisions sur les classes de services A, B, C et D.
A1.2.20.1	Service avec contrainte de temps de propagation, mode connexion (Classe A).
A1.2.20.2	Service avec contrainte de temps de propagation, mode connexion, débit variable (Classe B).
A1.2.20.3	Service sans contrainte de temps de propagation, mode connexion (Classe C).
A1.2.20.4	Service sans contrainte de temps de propagation, mode sans connexion (Classe D).

A1.2.21	Services simultanés téléphonie/transmission de données: la technique proposée permet-elle d'assurer simultanément plusieurs services d'utilisateur avec une capacité assignée de canaux appropriée? NOTE 1 – On trouvera ci-après une description des différentes techniques propres aux systèmes ou visant à améliorer considérablement les techniques décrites ci-dessus. Une description de la station de base BS et de la station mobile MS est nécessaire pour les attributs des points A1.2.22 à A1.2.23.2.
A1.2.22	<i>Caractéristiques de la régulation de puissance</i>: la technique proposée prévoit-elle un système de régulation de puissance? Préciser l'incidence (favorable, par exemple) de ces systèmes sur la qualité de fonctionnement du système.
A1.2.22.1	Quel est le pas de la régulation de puissance (dB)?
A1.2.22.2	Quel est le nombre de cycles de régulation de puissance par seconde?
A1.2.22.3	Quelle est la dynamique de la régulation de puissance (dB)?
A1.2.22.4	Quel est le niveau minimal de puissance d'émission avec régulation de puissance?
A1.2.22.5	Quelle est la variation de puissance résiduelle après régulation de puissance lorsque la RTT fonctionne? Préciser les cas (caractéristiques du système, environnement, mise en place, vitesse de la station de base, etc.) dans lesquels cette variation de puissance résiduelle se produit et son incidence sur la qualité de fonctionnement du système.
A1.2.23	<i>Combinaison de diversité dans la MS et la BS</i>: la RTT comporte-t-elle des dispositifs de combinaison de diversité?
A1.2.23.1	Décrire les techniques de diversité appliquées aux niveaux de la station mobile et de la station de base, y compris la microdiversité et la macrodiversité, en précisant la technique utilisée: – diversité dans le temps: répétition, récepteur Rake, etc. – diversité dans l'espace: secteurs multiples, satellites multiples, etc. – diversité en fréquence: sauts de fréquence, transmission large bande, etc. – diversité de code: codes à pseudo-bruit multiples, codes à sauts de fréquence multiples, etc. – autre système. Indiquer l'algorithme de combinaison de diversité, par exemple la diversité avec commutation, la combinaison des taux maxima, la combinaison de diversité à gain égal. Indiquer également les valeurs correspondant au nombre de récepteurs (ou de démodulateurs) par cellule par utilisateur de SM. Préciser l'amélioration de la qualité de fonctionnement (dB) obtenue grâce à la diversité. SM: quel est le nombre minimal de récepteurs RF (ou de démodulateurs) et d'antennes par unité mobile nécessaires pour assurer la réception en diversité? Ces données doivent être conformes à celles qui sont prises pour hypothèse dans le formulaire relatif au bilan de liaison (Annexe 2) et pour le calcul de la «capacité» (A1.3.1.5).
A1.2.23.2	Quelle est l'amélioration prévue (dB)? Indiquer également les hypothèses retenues (TEB et FER par exemple).
A1.2.24	<i>Transfert/transfert automatique de la liaison radioélectrique (ALT)</i>: les techniques de transmission radioélectrique le permettent-elles? Indiquer le type de stratégie(s) de transfert possible, par exemple le transfert assisté par la station mobile. Donner des précisions sur leurs avantages, par exemple la possibilité de choisir les algorithmes de transfert. Fournir des éléments concrets chaque fois que cela est possible.
A1.2.24.1	Quelle est la durée de l'interruption (s) lorsqu'un transfert est effectué? Pour cette évaluation, décrire avec précision l'incidence du transfert sur la qualité du service. Expliquer comment l'estimation a été obtenue.
A1.2.24.2	Avec la RTT proposée, le transfert peut-il faire face à une diminution rapide de l'intensité du signal (par exemple, l'effet «coin de rue»)? Décrire avec précision: – la manière dont le transfert est décelé, déclenché et exécuté; – la durée de chacune de ces opérations (durée minimale/maximale (ms)); – la durée de l'interruption correspondant à chaque opération.
A1.2.25	Indiquer comment la RTT proposée réagit à la mise en place du système (nécessité d'ajouter de nouvelles cellules et/ou porteuses), notamment en ce qui concerne la planification des fréquences.
A1.2.26	Possibilités de partage des fréquences: indiquer dans quelle mesure la technique proposée permet d'assurer le partage des fréquences entre les systèmes IMT-2000 et avec tous les autres systèmes: – partage des fréquences entre exploitants; – partage des fréquences entre systèmes IMT-2000 de Terre et à satellites; – partage des fréquences entre des systèmes IMT-2000 et d'autres systèmes; – autres modes de partage.
A1.2.27	<i>Attribution dynamique des canaux</i>: décrire les mécanismes possibles d'attribution dynamique des canaux (DCA) et leur incidence sur la qualité de fonctionnement du système (capacité d'adaptation à diverses conditions de brouillage et de trafic, moyens permettant d'éviter la planification des fréquences, incidence sur la distance de réutilisation, etc.).

A1.2.28	<i>Architecture à cellules mixte</i>: la RTT prend-elle en charge de manière satisfaisante les architectures mixtes (picocellules, microcellules et macrocellules)? La technique proposée permet-elle d'offrir aux usagers un service à cellules mixtes avec une seule assignation de fréquence autorisée et d'assurer, au besoin, le transfert entre ces cellules? (composante de Terre seulement) NOTE 1 – Les définitions des cellules sont les suivantes: – picocellule: rayon de la cellule hexagonale, $r < 100$ m – microcellule: $100 \text{ m} < r < 1\,000$ m – macrocellule: $r > 1\,000$ m.
A1.2.29	Décrire les économiseurs d'énergie/dispositifs de réception intermittente éventuels.
A1.2.29.1	Capacité de la MS d'économiser l'énergie des batteries de secours. Préciser comment.
A1.2.30	<i>Système de transmission de signalisation</i> : si la technique proposée utilise, pour la transmission, des RTT différentes de celles prévues pour la transmission de données d'utilisateur, donner des précisions sur le système de transmission de signalisation à l'interface radioélectrique entre les terminaux et les stations de base (satellite).
A1.2.30.1	Décrire les différents systèmes de transfert de signalisation pouvant être pris en charge (dans le cadre ou en dehors d'une communication, par exemple). La RTT admet-elle: – de nouvelles techniques? Préciser. – les améliorations apportées à la signalisation pour la fourniture de services multimédias? Préciser.
A1.2.31	La RTT est-elle dotée de fonctions de largeur de bande à la demande (BOD)? Concrètement, la BOD correspond à la possibilité, pour un utilisateur final, de demander des services multisupport. Elle est généralement exprimée en capacité sous forme de bit/s de débit. Les services multisupport peuvent être mis en œuvre à l'aide de diverses techniques: recours à plusieurs porteuses, à plusieurs créneaux temporels ou à plusieurs codes par exemple. Dans l'affirmative, décrire ces fonctions. NOTE 1 – La BOD ne désigne pas la capacité d'autoadaptation permettant au canal RF de faire face aux variations de la qualité de transmission (voir le point A1.2.5.1).
A1.2.32	La RTT comporte-t-elle une fonction de regroupement des canaux permettant d'obtenir des débits binaires d'utilisateur plus élevés?
A1.3	Qualité de fonctionnement escomptée.
A1.3.1	Concerne uniquement les environnements d'essai de Terre.
A1.3.1.1	Quel est le TEB minimum possible (téléphonie)? NOTE 1 – Le TEB minimum est évalué conformément aux conditions de mesure du TEB définies à l'Annexe 2, au moyen des débits binaires indiqués au § 1 de ladite Annexe.
A1.3.1.2	Quel est le TEB minimum possible (transmission de données)? NOTE 1 – Le TEB minimum est évalué conformément aux conditions de mesure de l'Annexe 2, à l'aide des débits binaires indiqués au § 1 de ladite Annexe.
A1.3.1.3	Quel est l'étalement maximal admissible du temps de propagation (ns) permettant de satisfaire aux prescriptions de qualité des services téléphonique/transmission de données? NOTE 1 – Le TEB est un taux d'erreur plancher mesuré à l'aide de l'effet Doppler de l'Annexe 2 (conditions de mesure du TEB).
A1.3.1.4	Quel est l'effet Doppler maximal admissible (Hz) permettant de satisfaire aux prescriptions de qualité des services téléphonique/transmission de données? NOTE 1 – Le TEB est un taux d'erreur plancher mesuré à l'aide de l'étalement du temps de propagation de l'Annexe 2 (conditions de mesure du TEB).
A1.3.1.5	<i>Capacité</i> : la capacité de la technique de transmission radioélectrique doit être évaluée sur la base des modèles de mise en place de l'Annexe 2 et des paramètres techniques des points A1.2.22 à A1.2.23.2.
A1.3.1.5.1	Quelle est la capacité de trafic téléphonique par cellule (et non par secteur): indiquer le trafic total pouvant être assuré par une seule cellule (E/MHz/cellule) dans une largeur de bande totale disponible assignée non contiguë de 30 MHz (15 MHz aller/15 MHz retour) en mode DRF, ou dans une largeur de bande contiguë de 30 MHz en mode DRT. Indiquer les capacités correspondant à toutes les valeurs de pénétration définies dans le modèle de mise en place (environnement d'essai de l'Annexe 2). La procédure à suivre pour obtenir cette valeur est présentée dans la même Annexe. A ce stade, on devrait obtenir la capacité assurée par une seule cellule (et non par une cellule autonome) à l'intérieur d'une zone de service contiguë.
A1.3.1.5.2	Quelle est la capacité d'information par cellule (et non par secteur): indiquer le nombre total de bits d'information de canal d'utilisateur pouvant être pris en charge par une seule cellule (Mbit/s/MHz/cellule) dans une largeur de bande totale disponible assignée non contiguë de 30 MHz (15 MHz aller/15 MHz retour) en mode DRF, ou dans une largeur de bande contiguë de 30 MHz en mode DRT. Indiquer les capacités correspondant à toutes les valeurs de pénétration définies dans le modèle de mise en place (environnement d'essai de l'Annexe 2). La procédure à suivre pour obtenir cette valeur est décrite dans la même Annexe. A ce stade, on devrait obtenir la capacité assurée par une seule cellule (et non par une cellule autonome) à l'intérieur d'une zone de service contiguë.

A1.3.1.6	La RTT assure-t-elle la sectorisation? Dans l'affirmative, indiquer pour chaque système de sectorisation, le nombre total de bits d'information de canal d'utilisateur pouvant être pris en charge par un seul emplacement (Mbit/s/MHz) et le nombre de secteurs, dans une largeur de bande totale disponible assignée non contiguë de 30 MHz (15 MHz aller/15 MHz retour) en mode DRF, ou dans une largeur de bande contiguë de 30 MHz en mode DRT.
A1.3.1.7	<i>Efficacité de couverture</i> : l'efficacité de couverture de la technique de transmission radioélectrique doit être évaluée dans l'hypothèse des modèles de mise en place de l'Annexe 2.
A1.3.1.7.1	Quelle est l'efficacité de couverture de la station de base (km ² /station) pour la charge de trafic la plus faible avec le modèle de mise en place/téléphonie seulement? La charge de trafic la plus faible correspond au taux de pénétration le plus bas (Annexe 2).
A1.3.1.7.2	Quelle est l'efficacité de couverture de la station de base (km ² /station) pour la charge de trafic la plus faible avec le modèle de mise en place/transmission de données seulement? La charge de trafic la plus faible correspond au taux de pénétration le plus bas (Annexe 2).
A1.3.2	Concerne uniquement les environnements d'essai de satellites.
A1.3.2.1	Quel est le rapport C/N_0 requis pour atteindre l'objectif de qualité de l'Annexe 2?
A1.3.2.2	Quelle est la méthode de compensation de l'effet Doppler et l'effet Doppler résiduel après compensation?
A1.3.2.3	<i>Capacité</i> : l'efficacité d'utilisation du spectre de la technique de transmission radioélectrique doit être évaluée sur la base des modèles de mise en place de l'Annexe 2.
A1.3.2.3.1	Quelle est la capacité de transmission de l'information téléphonique par largeur de bande RF requise (bit/s/Hz)?
A1.3.2.3.2	Quelle est la capacité de transmission de l'information téléphonique/de données par largeur de bande RF requise (bit/s/Hz)?
A1.3.2.4	<i>Rendement de puissance normalisé</i> : le rendement de puissance de la technique de transmission radioélectrique doit être évalué dans l'hypothèse des modèles de mise en place de l'Annexe 2.
A1.3.2.4.1	Quel est le débit binaire d'information pour chaque rapport puissance requise de la porteuse/densité de bruit, compte tenu des caractéristiques données du canal et dans les conditions de brouillage données pour la téléphonie?
A1.3.2.4.2	Quel est le débit binaire d'information pour chaque rapport puissance requise de la porteuse/densité de bruit, compte tenu des caractéristiques données du canal et dans les conditions de brouillage données pour la téléphonie plus la transmission de données?
A1.3.3	<i>Débit binaire d'utilisateur maximal (transmission de données)</i> : indiquer le débit maximal (kbit/s) possible avec les modèles de mise en place de l'Annexe 2.
A1.3.4	Quelle est la distance maximale (m) entre un terminal d'utilisateur et une BS (avant le transfert, le relais, etc.), dans les conditions nominales de charge de trafic et de dégradation de la liaison de l'Annexe 2?
A1.3.5	Décrire les possibilités d'utilisation de répéteurs.
A1.3.6	<i>Systèmes d'antennes</i>: décrire avec précision les systèmes d'antennes pouvant ou devant être employés. Indiquer leur incidence sur la qualité de fonctionnement du système (de Terre seulement). Ainsi, la RTT permet-elle d'utiliser: – des antennes distantes: indiquer s'il est possible de recourir à de telles antennes pour étendre la couverture aux zones à faible densité de trafic et les moyens prévus à cet effet; – des antennes réparties: indiquer si, comment et dans quels environnements d'essai IMT-2000 de telles antennes sont utilisées; – des antennes intelligentes (à faisceau commuté, adaptables, etc.): décrire les modalités d'utilisation de ces antennes et leur incidence sur la qualité de fonctionnement du système; – d'autres systèmes d'antennes.
A1.3.7	Temps de propagation (téléphonie).
A1.3.7.1	Quel est le temps de traitement de la transmission radioélectrique résultant du processus global de codage du canal, d'entrelacement des bits, de verrouillage de trame, etc., à l'exclusion du codage de source? Ce temps de traitement est égal à la somme du retard dû à l'émetteur entre l'entrée du codeur du canal et l'antenne et du retard dû au récepteur entre l'antenne et la sortie du décodeur du canal. Fournir ces renseignements pour chaque service assuré. En outre, décrire avec précision la méthode de calcul de ce paramètre pour les liaisons montante et descendante.
A1.3.7.2	Quel est le temps de propagation aller-retour total estimé (ms) pour tenir compte du temps de traitement, du temps de propagation (systèmes de Terre seulement) et du retard dû au vocodeur? Indiquer le temps de propagation estimé pour chacun des attributs principaux de la Fig. 6 constituant le temps de propagation total.
A1.3.7.3	La RTT proposée a-t-elle besoin d'un dispositif de limitation de l'écho?

A1.3.8	Quel est le niveau MOS (note moyenne d'opinion) du codec proposé pour les environnements d'essai de l'Annexe 2? Indiquer la valeur MOS absolue et la valeur relative de ce codec par rapport à la valeur MOS prescrite dans les Recommandations UIT-T G.711 (MIC à 64 kbit/s) et UIT-T G.726 (MICDA à 32 kbit/s). NOTE 1 – Si un algorithme spécial de codage de la parole est indispensable pour la RTT, l'entreprise qui la propose doit donner des précisions sur les caractéristiques du codec (niveau MOS, par exemple – voir le point A1.2.19).
A1.3.9	Indiquer si le système peut assurer la qualité voulue dans certaines conditions extrêmes.
A1.3.9.1	<i>Surcharge du système (systèmes de Terre seulement):</i> décrire le comportement et la qualité de fonctionnement du système en cas de surcharge pour chaque service à l'essai de l'Annexe 2, en indiquant l'incidence possible sur les cellules adjacentes. Décrire les effets de cette surcharge sur la qualité du système (qualité d'écoulement du trafic) avec blocage dans les cas où la charge imposée à une cellule donnée correspond à 125%, 150%, 175% et 200% de la charge complète. Décrire également les effets du blocage sur les cellules immédiatement adjacentes. Il faut tenir compte ici du service téléphonique. On entend par charge complète une charge de trafic entraînant un blocage des communications de 1% avec un TEB de 1×10^{-3} .
A1.3.9.2	<i>Défaillances matérielles:</i> indiquer le comportement et la qualité de fonctionnement du système en cas de défaillance. Fournir une explication détaillée pour chaque calcul.
A1.3.9.3	<i>Insensibilité au brouillage:</i> indiquer les mécanismes d'insensibilité aux brouillages ou de protection contre les brouillages. Quelle est la méthode de détection de ces brouillages? Quelle est la méthode utilisée pour les éviter?
A1.3.10	Indiquer la capacité d'adaptation de la RTT proposée à des conditions différentes ou variables dans le temps (propagation, trafic, etc.) qui ne sont pas envisagées dans les attributs du point A1.3.
A1.4	Contraintes techniques
A1.4.1	<i>Stabilité en fréquence:</i> indiquer les prescriptions de stabilité en fréquence à l'émission (et non de stabilité de l'oscillateur) de la porteuse (y compris les prescriptions de stabilité en fréquence à long terme (un an), en impulsions par minute (ppm)).
A1.4.1.1	Pour la transmission de la BS (composante de Terre seulement).
A1.4.1.2	Pour la transmission de la MS.
A1.4.2	<i>Émissions hors bande et rayonnements non essentiels:</i> indiquer les niveaux escomptés de rayonnement de l'émetteur de la station de base ou du satellite et de la station mobile en dehors du canal de fonctionnement, en fonction du décalage de fréquence.
A1.4.3	<i>Prescriptions de synchronisation:</i> indiquer les caractéristiques de la RTT en matière de rythme, par exemple: – Faut-il une synchronisation entre les BS ou entre les stations terriennes terrestres (LES) par satellite? Préciser le type de synchronisation (synchronisation de la fréquence porteuse, horloge des bits, code ou trame d'étalement) et sa précision. – Une synchronisation est-elle nécessaire entre la BS et le réseau (systèmes de Terre seulement)? – Indiquer la fréquence à court terme et la précision de rythme du signal de transmission de la BS (ou de la station LES). – Indiquer la source de référence externe du système et la précision requise, en cas d'utilisation au niveau de la BS (ou de la LES) (à partir du réseau filaire ou du récepteur GPS par exemple). – Indiquer la précision en fonctionnement libre de la fréquence de la MS et l'horloge de rythme de référence. – Indiquer le réglage de synchronisation des bits nécessaire entre les BS au cours d'une période de 24 h (μs).
A1.4.4	<i>Gigue de rythme:</i> Pour la BS (ou la LES) et la MS, indiquer: – la gigue maximale sur le signal d'émission, – la gigue maximale tolérée sur le signal reçu. La gigue de rythme s'entend de la valeur quadratique moyenne de la variance temporelle normalisée par la durée des symboles.
A1.4.5	<i>Synthétiseur de fréquence:</i> quels doivent être le pas, la vitesse commutée et la gamme de fréquences du synthétiseur de fréquence des MS?
A1.4.6	Le système proposé suppose-t-il le recours à des possibilités que le réseau fixe n'offre pas communément aujourd'hui?
A1.4.6.1	Indiquer les exigences particulières imposées au réseau fixe pendant le transfert. Décrire en détail la procédure de transfert à appliquer avec la RTT proposée.
A1.4.7	Fonctions du réseau fixe non perceptibles par l'utilisateur.
A1.4.7.1	Quel(s) service(s) de l'ensemble normalisé de services support RNIS, la RTT proposée permet-elle d'offrir aux usagers sans modification du réseau fixe?
A1.4.8	Indiquer s'il existe des moyens de commande des ressources radioélectriques pour assurer l'itinérance entre les environnements d'exploitation IMT-2000 privés (groupe fermé d'utilisateurs, par exemple) et publics.

A1.4.9	Décrire le préfixe de signalisation fixe estimé (canal de commande de radiodiffusion ou messagerie de régulation de puissance, par exemple). Exprimer cette donnée en pourcentage de spectre utilisé pour la signalisation fixe. Décrire avec précision les calculs.
A1.4.10	Enumérer les caractéristiques linéaire et large bande de l'émetteur pour les BS et MS (systèmes de Terre seulement).
A1.4.11	Des récepteurs linéaires sont-ils nécessaires? Indiquer les caractéristiques de linéarité des récepteurs pour les BS et MS (systèmes de Terre seulement).
A1.4.12	Indiquer la dynamique requise du récepteur (systèmes de Terre seulement).
A1.4.13	Quelles sont les valeurs estimées du traitement des signaux pour le terminal de poche et la BS? – valeur (millions d'opérations par seconde) des parties traitées par DSP (traitement des signaux numériques), – nombre de portes, sans tenir compte du DSP, – capacité de mémoire morte requise pour le DSP et nombre de portes (kocets), – capacité de mémoire vive requise pour le DSP et nombre de portes (kocets). NOTE 1 – L'évaluation doit au moins consister à examiner les valeurs estimées du traitement des signaux (millions d'opérations par seconde, mémoire requise, nombre de portes) nécessaires pour la démodulation, l'égalisation, le codage des canaux, la correction d'erreurs, le traitement en diversité (récepteurs Rake compris), le traitement des réseaux d'antennes adaptables, la modulation, les convertisseurs analogique-numérique et numérique-analogique, le multiplexage, ainsi que le filtrage aux fréquences intermédiaires et en bande de base. D'autres prescriptions (transformation de Fourier rapide, par exemple) pourront être nécessaires pour les nouvelles techniques. NOTE 2 – Les valeurs estimées du traitement des signaux doivent être accompagnées des conditions prévues (hypothèses concernant les services, le débit binaire d'utilisateur, etc.).
A1.4.14	<i>Perte de communications</i> : décrire la manière dont la RTT gère ce problème. Utilise-t-elle une procédure de reconnexion transparente, à savoir la même procédure que celle appliquée pour le transfert?
A1.4.15	<i>Caractéristiques de planification des fréquences</i>: – modèle de réutilisation de fréquence: indiquer le rapport C/I requis et les techniques proposées, le modèle de réutilisation de cellules de fréquences (trois cellules, sept cellules, par exemple, etc.) et, pour les systèmes de Terre, les dispositifs de sectorisation pris pour hypothèse; – décrire la gestion des fréquences entre différentes couches de cellules; – la RTT utilise-t-elle un plan de fréquences entrelacées? – certains des canaux radioélectriques présentent-ils des caractéristiques de planification particulières? – décrire les autres caractéristiques pertinentes. NOTE 1 – L'utilisation du canal deuxième-adjacent au lieu du canal adjacent au niveau d'un groupe de cellules voisines est appelée «planification de fréquences entrelacées». Si une entreprise envisage de recourir à un plan de fréquences entrelacées, elle doit l'indiquer sous A1.2.4, en précisant, sous A1.2.15, le rapport de protection pour le canal adjacent et le canal deuxième-adjacent.
A1.4.16	Indiquer les moyens dont dispose la RTT proposée pour faciliter le passage des techniques de transmission radioélectrique actuellement utilisées par les systèmes de télécommunication mobiles à la RTT considérée. Préciser les conséquences et les contraintes éventuelles liées à ce passage.
A1.4.17	La mise en service de la station de base est-elle soumise à des prescriptions particulières? Existe-t-il des fonctions permettant de la simplifier (systèmes de Terre seulement)?
A1.5	Renseignements à fournir dans le formulaire relatif au bilan de liaison de Terre. Les entreprises doivent remplir le formulaire du Tableau 6 et répondre aux questions suivantes:
A1.5.1	Quel est le facteur de bruit de la BS (dB)?
A1.5.2	Quel est le facteur de bruit de la MS (dB)?
A1.5.3	Quel est le gain d'antenne de la BS (dBi)?
A1.5.4	Quel est le gain d'antenne de la MS (dBi)?
A1.5.5	Quels sont les affaiblissements dus au câble, au connecteur et au combineur (dB)?
A1.5.6	Quel est le nombre de canaux de trafic par porteuse RF?
A1.5.7	Quel est le point de fonctionnement de la RTT (TEB/FER) pour le rapport E_b/N_0 requis dans le formulaire relatif au bilan de liaison?
A1.5.8	Quel est le rapport brouillage intrasecteur/somme des brouillages intrasecteur et intersecteurs à l'intérieur d'une cellule (dB)?
A1.5.9	Quel est le rapport brouillage dans une cellule/brouillage total (dB)?
A1.5.10	Quelle est la largeur de bande occupée (99%) (Hz)?

A1.5.11	Quel est le débit d'information (dB(Hz))?
A1.6	<i>Configuration du système à satellites</i> (composante satellite seulement): les précisions relatives à la configuration données ici ne sont pas considérées comme des variables et sont fournies à titre d'information seulement.
A1.6.1	Configuration de la constellation de satellites
A1.6.1.1	OSG (orbite des satellites géostationnaires), HEO (orbite elliptique fortement inclinée), MEO (orbite terrestre médiane, LEO (orbite terrestre basse) ou combinaison de ces orbites?
A1.6.1.2	Quelle est la gamme d'altitudes dans laquelle les satellites sont en communication active?
A1.6.1.3	Quel est l'angle d'inclinaison de l'orbite?
A1.6.1.4	Quel est le nombre de plans orbitaux?
A1.6.1.5	Quel est le nombre de satellites par plan orbital?
A1.6.2	Quelle est la configuration des faisceaux ponctuels et le plan de disposition des cellules?
A1.6.3	Quel est le plan de réutilisation des fréquences entre faisceaux ponctuels?
A1.6.4	Quel est le facteur de qualité de la liaison de service du faisceau de satellite (valeurs moyenne et minimale)?
A1.6.5	Quelle est la p.i.r.e. de saturation sur la liaison de service de chaque faisceau (valeurs moyenne et minimale), lorsque la capacité unitaire instantanée est prise en charge?
A1.6.6	Quelle est la p.i.r.e. de saturation totale de la liaison de service pour chaque satellite?
A1.6.7	p.i.r.e. du satellite par porteuse RF (composante satellite).
A1.6.7.1	Quelle est la p.i.r.e. de crête maximale émise par chaque porteuse RF?
A1.6.7.2	Quelle est la p.i.r.e. moyenne émise par chaque porteuse RF?
A1.6.8	Quelles sont les informations transmises par la liaison de connexion?
A1.6.9	Quelle est la méthode de réglage de la synchronisation des créneaux (concerne surtout les systèmes AMRT)?
A1.6.10	Quelle est la méthode de diversité pour le satellite, s'il en existe une?

ANNEXE 2

Environnements d'essai et modèles de mise en place

La présente Annexe décrit les scénarios de référence (environnements d'essai et modèles de mise en place) et les modèles de propagation nécessaires pour déterminer les valeurs de la qualité de fonctionnement des RTT (de Terre et à satellites) proposées pour les IMT-2000. La composante de Terre et la composante satellite font respectivement l'objet des Parties 1 et 2.

PARTIE 1

Composante de terre

1 Environnements d'essai

On trouvera ci-après le modèle de référence pour chacun des environnements d'essai correspondant aux environnements d'exploitation IMT-2000. Parmi les paramètres nécessaires pour identifier les modèles de référence figurent les environnements de propagation d'essai, les conditions de trafic, le débit d'information d'utilisateur pour les services téléphoniques et de transmission de données types et les critères objectifs de qualité de fonctionnement applicables à chaque environnement d'exploitation d'essai.

Les environnements d'exploitation d'essai sont considérés comme un élément clef du processus d'évaluation des RTT. Les modèles de référence servent à estimer des aspects aussi essentiels que l'efficacité d'utilisation du spectre, l'efficacité de couverture et le rendement de puissance. Ces estimations reposeront sur des calculs au niveau du système et sur des simulations logicielles au niveau de la liaison, à l'aide de modèles de propagation et de trafic.

On ne peut estimer objectivement des aspects essentiels des RTT tels que l'efficacité d'utilisation du spectre ou l'efficacité de couverture indépendamment des services IMT-2000 appropriés, lesquels se caractérisent au moins par:

- la gamme des débits binaires d'utilisateur possibles,
- le TEB requis,
- les caractéristiques du retard dans un seul sens,
- le facteur d'activité,
- les modèles de trafic.

On trouvera au Tableau 1 une liste des débits binaires d'essai aux fins d'évaluation.

TABLEAU 1
Liste des débits binaires d'essai aux fins d'évaluation

Environnement d'essai	Bureaux	Intérieur vers extérieur et piétons	Véhicules
Services soumis aux essais	Débits binaires (valeurs) TEB Activité du canal	Débits binaires (valeurs) TEB Activité du canal	Débits binaires (valeurs) TEB Activité du canal
Service support de transmission de données représentatif avec faible retard (téléphonie) ⁽¹⁾	8-16-32 kbit/s $\leq 1 \times 10^{-3}$ 50%	8-16-32 kbit/s $\leq 1 \times 10^{-3}$ 50%	8-16-32 kbit/s $\leq 1 \times 10^{-3}$ 50%
Transmission de données (commutation de circuits, faible retard) ⁽¹⁾	64-144-384-512-1 024-2 048 kbit/s $\leq 1 \times 10^{-6}$ 100%	64-144 kbit/s $\leq 1 \times 10^{-6}$ 100%	16-32-64 kbit/s $\leq 1 \times 10^{-6}$ 100%
Transmission de données (commutation de circuits, contraintes imposées par un retard important) ⁽¹⁾	64-144-384-512-1 024-2 048 kbit/s $\leq 1 \times 10^{-6}$ 100%	64-144 kbit/s $\leq 1 \times 10^{-6}$ 100%	16-32-64 kbit/s $\leq 1 \times 10^{-6}$ 100%
Transmission de données (par paquets) ⁽¹⁾	64-144-384-512-1 024-2 048 kbit/s $\leq 1 \times 10^{-6}$ Arrivées de Poisson ⁽²⁾	64-144 kbit/s $\leq 1 \times 10^{-6}$ Arrivées de Poisson ⁽²⁾	16-32-64 kbit/s $\leq 1 \times 10^{-6}$ Arrivées de Poisson ⁽²⁾

(1) Les entreprises proposant des RTT doivent indiquer le retard observé dans un seul sens (à l'exclusion du temps de propagation et du temps de traitement du codage du canal téléphonique) pour tous les services soumis aux essais.

(2) Pour le service de transmission de données par paquets, il faut envisager un processus de distribution interarrivées obéissant à une loi Poisson. Les blocs de paquets ont une longueur exponentielle.

NOTE 1 – Les valeurs du retard pour différents services doivent être calculées sur la base des caractéristiques du service (téléphonie, par exemple), lesquelles peuvent varier d'un environnement d'essai à l'autre. Il est recommandé d'assurer une coordination entre les différentes évaluations, afin d'obtenir des résultats comparables.

Pour la procédure d'évaluation de l'efficacité d'utilisation du spectre et de l'efficacité de couverture, les entreprises doivent utiliser:

- pour la «téléphonie»: l'un des débits binaires du Tableau 1;
- pour la transmission de données: pour chaque service, on procédera à l'évaluation des RTT ou des SRTT au moins pour les deux débits binaires du Tableau 1:
 - un débit binaire égal à la valeur proposée en gras,
 - le débit binaire maximal de la RTT ou du SRTT proposé.

L'entreprise proposant une RTT (ou un SRTT) peut indiquer la qualité de fonctionnement pour plusieurs débits binaires, afin de mettre en évidence les avantages de la technique proposée.

1.1 Description des environnements d'essai

L'un des éléments clefs des environnements mobiles de propagation radioélectrique est la propagation par trajets multiples, qui provoque des évanouissements et une dispersion temporelle dans les canaux. Les caractéristiques des évanouissements varient en fonction de l'environnement de propagation et leur incidence sur la qualité des communications (c'est-à-dire la configuration des erreurs sur les bits) dépend étroitement de la vitesse de la station mobile par rapport à la station de base. Ces environnements sont décrits dans la Recommandation UIT-R M.1034.

L'objectif des environnements d'essai est de tester les RTT. Au lieu de concevoir des modèles de propagation pour tous les environnements d'exploitation IMT-2000 possibles, on définit un ensemble plus restreint d'environnements d'essai englobant les différents environnements possibles. En conséquence, il se peut que la description de ces environnements d'essai ne corresponde pas à celle des environnements d'exploitation proprement dits.

Dans les paragraphes qui suivent, on déterminera le modèle de propagation correspondant à chaque environnement d'exploitation d'essai décrit ci-dessous. Pour des raisons pratiques, ces environnements constituent un sous-ensemble approprié des environnements d'exploitation IMT-2000 décrits dans la Recommandation UIT-R M.1034. Bien que des modèles simples permettent d'évaluer la qualité de fonctionnement des différentes liaisons radioélectriques, des modèles plus complexes sont nécessaires pour évaluer la fiabilité et les possibilités d'utilisation globales de certaines techniques au niveau du système. Pour les techniques à bande étroite, on peut définir l'étalement du temps de propagation à l'aide de la seule valeur quadratique moyenne de cet étalement, alors que, pour les techniques à large bande, le nombre, l'intensité et le temps de propagation relatif des nombreuses composantes du signal prennent de l'importance. Pour certaines techniques (celles qui emploient la régulation de puissance par exemple), ces modèles doivent prévoir un couplage entre toutes les liaisons de propagation dans le même canal, dans un souci de précision maximale. En outre, dans certains cas, il faut modéliser les variations temporelles à grande échelle (évanouissements dus à l'effet d'écran) de l'environnement.

Les principaux paramètres à utiliser pour décrire chaque modèle de propagation sont les suivants:

- étalement du temps de propagation, structure et variabilité statistique de cet étalement (répartition statistique par exemple);
- règle d'affaiblissement sur le trajet géométrique (R^{-4} par exemple) et supplément d'affaiblissement sur le trajet;
- évanouissements dus à l'effet d'écran;
- caractéristiques des évanouissements dus à la propagation par trajets multiples (spectre Doppler, distribution de Rice/Rayleigh par exemple) pour l'enveloppe des canaux;
- fréquence radioélectrique de fonctionnement.

Des modèles statistiques sont proposés au § 1.2 afin d'obtenir des structures d'affaiblissement sur le trajet et d'étalement du temps de propagation pour les trajets de chaque environnement d'essai.

Il convient de noter que les systèmes IMT-2000 feront l'objet d'une norme mondiale. En conséquence, les modèles proposés pour l'évaluation des RTT doivent tenir compte d'une large gamme de caractéristiques d'environnement – grandes et petites villes, zones tropicales, rurales et désertiques par exemple.

On trouvera ci-dessous une brève description des conditions auxquelles on peut s'attendre dans les environnements identifiés. Les paramètres spécifiques des canaux sont indiqués dans les passages pertinents du § 1.2.

Les systèmes IMT-2000 pourront comprendre des applications hertziennes mobiles et fixes. A noter que, pour l'évaluation, on considère que l'exploitation dans un environnement fixe est couverte par les environnements d'essai mobiles. Le modèle de canaux pour les systèmes hertziens fixes sera en général moins complexe du fait de l'absence de mobilité, de sorte qu'on pourra trouver un compromis entre les utilisateurs fixes et mobiles lors de l'évaluation des RTT.

1.1.1 Environnement d'essai bureaux

Cet environnement se caractérise également par de petites cellules et de faibles puissances d'émission. Les stations de base et les utilisateurs piétons sont situés à l'intérieur. Le § 1.2.2 décrit le modèle de réponse impulsionnelle dans le canal et ses paramètres. La règle de l'affaiblissement de propagation varie en raison de la diffusion et de l'affaiblissement dû aux murs, aux étages et aux structures telles que les cloisons et les armoires métalliques. Ces objets produisent eux aussi des effets d'écran. On peut s'attendre à un écart type de 12 dB pour les évanouissements dus à l'effet d'écran (distribution log-normale). Les évanouissements varient entre une distribution de Rice et une distribution de Rayleigh, les décalages de fréquence par effet Doppler étant déterminés par les vitesses de déplacement.

1.1.2 Environnement d'essai extérieur vers intérieur et piétons

Cet environnement se caractérise par de petites cellules et une faible puissance d'émission. Les stations de base équipées d'antennes de faible hauteur sont situées à l'intérieur. Les utilisateurs piétons se trouvent dans la rue et à l'intérieur de bâtiments et de résidences. Le modèle de réponse impulsionnelle dans le canal est décrit au § 1.2.2. Une règle d'affaiblissement sur le trajet géométrique R^{-4} est appropriée, mais une gamme plus étendue doit être envisagée. En cas de trajet en visibilité directe dans une rue encaissée, par exemple, l'affaiblissement sur le trajet obéit à une règle R^{-2} , avec dégagement de la zone de Fresnel. Dans la zone où il n'y a plus de dégagement de la zone de Fresnel, une règle R^{-4} convient pour l'affaiblissement sur le trajet, mais on observe parfois une gamme de valeurs pouvant aller jusqu'à R^{-6} , en raison de la présence d'arbres et d'autres obstacles le long du trajet. Pour les évanouissements dus à l'effet d'écran (distribution log-normale), l'écart type à prévoir est de 10 dB pour l'extérieur et 12 dB pour l'intérieur. L'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments s'établit en moyenne à 12 dB, avec un écart type de 8 dB. La fréquence des évanouissements de Rayleigh et/ou de Rice dépend généralement de la vitesse de déplacement, mais on observe parfois des évanouissements plus rapides en raison de la réflexion due aux véhicules en déplacement.

1.1.3 Environnement d'essai véhicules

Cet environnement se caractérise par de grandes cellules et une puissance d'émission élevée. La capacité des cellules prendra d'autant plus d'importance que les bandes de fréquences seront limitées. On trouvera au § 1.2.2 le modèle de réponse impulsionnelle dans le canal et ses paramètres. Dans les zones urbaines et suburbaines, on peut appliquer une règle géométrique R^{-4} pour l'affaiblissement sur le trajet et prévoir des évanouissements dus à l'effet d'écran obéissant à une distribution log-normale, avec un écart type de 10 dB. Dans les zones rurales sans relief, l'affaiblissement sur le trajet est plus faible que dans les zones urbaines et suburbaines. Dans les zones montagneuses, on pourra opter pour une règle plus proche de R^{-2} pour l'affaiblissement sur le trajet, à condition d'éviter l'occultation du trajet grâce à un choix judicieux des emplacements des stations de base. La fréquence des évanouissements de Rayleigh dépend de la vitesse des véhicules. Des fréquences faibles sont appropriées pour les applications employant des terminaux à l'arrêt.

1.1.4 Environnement d'essai mixte

La qualité de fonctionnement d'une RTT doit être satisfaisante non seulement dans l'un des environnements d'essai définis dans le présent paragraphe, mais aussi dans un environnement mixte (voir le § 10 de la Recommandation UIT-R M.1035). Il peut s'agir par exemple d'un environnement d'essai «véhicules» (macrocellules) et d'un environnement d'essai «extérieur vers intérieur» dans la même zone géographique. Dans ce type de zone, les terminaux à déplacement rapide (véhicules) devront probablement être raccordés aux macrocellules pour réduire le taux de transfert (nombre de transferts par minute) tandis que les terminaux à déplacement lent (piétons) devront être raccordés aux microcellules pour obtenir la capacité voulue.

1.2 Modèles de propagation

On trouvera ci-dessous des modèles d'affaiblissement sur le trajet et des modèles de réponse impulsionnelle dans le canal pour la composante de Terre.

En ce qui concerne les environnements de Terre, les effets de la propagation entrent dans trois catégories de modèles différentes: affaiblissement moyen sur le trajet, variation lente par rapport à la moyenne en raison de l'effet d'écran et de la diffusion et variation rapide du signal en raison des effets de la propagation par trajets multiples. Des formules relatives à l'affaiblissement moyen sur le trajet sont indiquées pour chacun des trois environnements de Terre. On considère que la variation lente suit une distribution log-normale et qu'elle est déterminée à l'aide de l'écart type indiqué dans le modèle de mise en place.

Enfin, la variation rapide déterminée au moyen de la réponse impulsionnelle dans le canal. Cette réponse impulsionnelle est modélisée à l'aide d'une mise en œuvre avec ligne à retard à prises. Les caractéristiques de variabilité des prises sont établies à l'aide du spectre Doppler. Les modèles de propagation sont étudiés en détail dans l'Appendice 1.

1.2.1 Modèles d'affaiblissement sur le trajet

Des formules relatives à l'affaiblissement moyen sur le trajet en fonction de la distance sont indiquées pour chaque environnement de Terre, sauf l'environnement d'essai à cellules mixtes. On considère que la variation lente suit une distribution log-normale et qu'elle est déterminée à l'aide de l'écart type (dB) et de la longueur de décorrélation de l'évanouissement à long terme correspondant à l'environnement d'essai véhicules.

1.2.1.1 Modèle d'affaiblissement sur le trajet pour les environnements d'essai bureaux

Le modèle d'affaiblissement sur le trajet à l'intérieur (dB) est exprimé ci-dessous sous une forme simplifiée tirée du modèle COST 231 présenté dans l'Appendice 1. Cette faible augmentation de l'affaiblissement sur le trajet en fonction de la distance constitue le cas de brouillage le plus défavorable:

$$L = 37 + 30 \log_{10} R + 18,3 n \left(\frac{n+2}{n+1} - 0,46 \right)$$

où:

R : distance (m) entre l'émetteur et le récepteur

n : nombre d'étages sur le trajet.

NOTE 1 – L ne doit en aucun cas être inférieur à la valeur de l'affaiblissement en espace libre. On peut s'attendre à des évanouissements dus à l'effet d'écran obéissant à une distribution log-normale, avec un écart type de 12 dB.

1.2.1.2 Modèle d'affaiblissement sur le trajet pour les environnements d'essai extérieur vers intérieur et piétons

Il convient d'appliquer le modèle suivant pour les environnements d'essai extérieur vers intérieur et piétons:

$$L = 40 \log_{10} R + 30 \log_{10} f + 49$$

où:

R : distance (km) entre la station de base et la station mobile

f : fréquence porteuse (2 000 MHz) en cas d'utilisation des IMT-2000 dans cette bande.

NOTE 1 – L ne doit en aucun cas être inférieur à la valeur de l'affaiblissement en espace libre. Ce modèle n'est valable que pour les trajets qui ne sont pas en visibilité directe (NLOS) et correspond au cas où la propagation est la plus défavorable. On suppose que des évanouissements dus à l'effet d'écran se produisent selon une distribution log-normale, avec un écart type de 10 dB pour les utilisateurs à l'extérieur et de 12 dB pour les utilisateurs à l'intérieur. L'affaiblissement moyen dû à la pénétration dans les bâtiments est de 12 dB, avec un écart type de 8 dB.

1.2.1.3 Modèle d'affaiblissement sur le trajet pour les environnements d'essai véhicules

Ce modèle, qui repose sur le même modèle général que celui du § 1.2.1.2, s'applique aux scénarios d'essai dans les zones urbaines et suburbaines à l'extérieur des centres où les bâtiments sont très élevés et presque tous de la même hauteur.

$$L = 40 (1 - 4 \times 10^{-3} \Delta h_b) \log_{10} R - 18 \log_{10} \Delta h_b + 21 \log_{10} f + 80 \quad \text{dB}$$

où:

R : distance (km) entre la station de base et la station mobile

f : fréquence porteuse (2 000 MHz)

Δh_b : hauteur de l'antenne de la station de base (m), mesurée par rapport à la hauteur moyenne sous toit.

Pour évaluer quantitativement chaque RTT, on fixe la hauteur de l'antenne de la station de base à 15 m au-dessus de la hauteur moyenne sous toit ($\Delta h_b = 15$ m). Chaque entreprise peut indiquer une autre hauteur d'antenne pour la station de base, afin d'optimiser l'efficacité de couverture et l'efficacité d'utilisation du spectre.

NOTE 1 – L ne doit en aucun cas être inférieur à la valeur de l'affaiblissement en espace libre. Ce modèle n'est valable que pour les trajets qui ne sont pas en visibilité directe et correspond au cas où la propagation est la plus défavorable. On suppose que des évanouissements dus à l'effet d'écran se produisent suivant une distribution log-normale, avec un écart type de 10 dB dans les zones urbaines et les banlieues.

NOTE 2 – Le modèle d'affaiblissement sur le trajet est valable pour une gamme de hauteurs Δh_b comprise entre 0 à 50 m.

1.2.1.4 Longueur de décorrélation des évanouissements à long terme

Les évanouissements à long terme (distribution log-normale) sur l'échelle logarithmique au voisinage de l'affaiblissement moyen sur le trajet L (dB) se caractérisent par une distribution gaussienne avec une moyenne et un écart type nuls. Du fait de la lenteur du processus d'évanouissement en fonction de la distance Δx , les valeurs des évanouissements adjacents sont corrélées. La fonction d'autocorrélation normalisée $R(\Delta x)$ peut être décrite avec suffisamment de précision à l'aide d'une fonction exponentielle (Gudmundson, M. [7 novembre 1991] Correlation Model for Shadow Fading in Mobile Radio Systems. *Electron. Lett.*, Vol. 27, 23, 2145-2146):

$$R(\Delta x) = e^{-\frac{|\Delta x|}{d_{cor}} \ln 2}$$

avec une longueur de décorrélation d_{cor} qui dépend de l'environnement. Ce concept peut être appliqué dans l'environnement d'essai véhicules, avec une longueur de décorrélation de 20 m.

1.2.2 Modèle de réponse impulsionnelle dans le canal

A chaque environnement d'essai de Terre correspond un modèle de réponse impulsionnelle dans le canal fondé sur un modèle avec ligne à retard à prises. Ce modèle est déterminé par le nombre de prises, le temps de propagation par rapport à la première prise, la puissance moyenne par rapport à la prise la plus forte et le spectre Doppler de chaque prise. La plupart du temps, les valeurs quadratiques moyennes de l'étalement du temps de propagation sont relativement faibles, mais il arrive qu'elles soient plus élevées lorsque les caractéristiques de la propagation par trajets multiples correspondent au cas «le plus défavorable». Il ressort de mesures effectuées dans des environnements extérieurs que les valeurs quadratiques moyennes de l'étalement du temps de propagation peuvent varier d'un facteur 10 dans le même environnement. Bien qu'ils soient relativement rares, les étalements importants du temps de propagation peuvent avoir une incidence déterminante sur la qualité de fonctionnement du système. Afin d'évaluer avec précision la qualité de fonctionnement relative des RTT proposées, il est souhaitable de modéliser la variabilité de l'étalement du temps de propagation ainsi que les emplacements «les plus défavorables» où cet étalement est relativement important.

Étant donné que la variabilité de l'étalement du temps de propagation ne peut être déterminée à l'aide d'une seule ligne à retard à prises, on définit jusqu'à deux canaux en trajets multiples pour chaque environnement d'essai. Dans un même environnement d'essai, le canal A correspond au cas fréquent où l'étalement du temps de propagation est faible et le canal B correspond au cas, lui aussi fréquent, où l'étalement du temps de propagation est moyen. Chacun de ces deux canaux devrait exister pendant un certain pourcentage de temps dans un environnement d'essai donné. Le Tableau 2 indique le pourcentage de temps pendant lequel le canal considéré peut exister avec la valeur quadratique moyenne de l'étalement du temps de propagation correspondant aux canaux A et B pour chaque environnement d'essai de Terre.

TABLEAU 2

Paramètres relatifs au modèle de réponse impulsionnelle dans le canal

Environnement d'essai	Canal A		Canal B	
	Valeur quadratique moyenne (ns)	P (%)	Valeur quadratique moyenne (ns)	P (%)
Bureaux	35	50	100	45
Extérieur vers intérieur et piétons	45	40	750	55
Véhicules – Antenne située en hauteur	370	40	4 000	55

On trouvera dans les Tableaux 3 à 5 les paramètres relatifs à la ligne à retard à prises pour chacun des environnements d'essai de Terre. A chaque prise des canaux correspondent trois paramètres: temps de propagation par rapport à la première prise, puissance moyenne par rapport à la prise la plus forte et spectre Doppler de chaque prise. Une légère variation ($\pm 3\%$) du temps de propagation relatif est autorisée, afin que le taux d'échantillonnage du canal corresponde à un multiple du taux d'échantillonnage de simulation de la liaison.

TABLEAU 3

Paramètres relatifs à la ligne à retard à prises dans les environnements d'essai bureaux

Prise	Canal A		Canal B		Spectre Doppler
	Temps de propagation relatif (ns)	Puissance moyenne (dB)	Temps de propagation relatif (ns)	Puissance moyenne (dB)	
1	0	0	0	0	Uniforme
2	50	-3,0	100	-3,6	Uniforme
3	110	-10,0	200	-7,2	Uniforme
4	170	-18,0	300	-10,8	Uniforme
5	290	-26,0	500	-18,0	Uniforme
6	310	-32,0	700	-25,2	Uniforme

TABLEAU 4

Paramètres relatifs à la ligne à retard à prises dans les environnements d'essai extérieur vers intérieur et piétons

Prise	Canal A		Canal B		Spectre Doppler
	Temps de propagation relatif (ns)	Puissance moyenne (dB)	Temps de propagation relatif (ns)	Puissance moyenne (dB)	
1	0	0	0	0	Classique
2	110	-9,7	200	-0,9	Classique
3	190	-19,2	800	-4,9	Classique
4	410	-22,8	1 200	-8,0	Classique
5	—	—	2 300	-7,8	Classique
6	—	—	3 700	-23,9	Classique

TABLEAU 5

Paramètres relatifs à la ligne à retard à prises dans les environnements d'essai véhicules, antenne située en hauteur

Prise	Canal A		Canal B		Spectre Doppler
	Temps de propagation relatif (ns)	Puissance moyenne (dB)	Temps de propagation relatif (ns)	Puissance moyenne (dB)	
1	0	0,0	0	-2,5	Classique
2	310	-1,0	300	0	Classique
3	710	-9,0	8 900	-12,8	Classique
4	1 090	-10,0	12 900	-10,0	Classique
5	1 730	-15,0	17 100	-25,2	Classique
6	2 510	-20,0	20 000	-16,0	Classique

1.3 Formulaire relatif au bilan de liaison et modèles de mise en place

On trouvera ci-dessous un formulaire relatif au bilan de liaison et des modèles de mise en place qu'il est proposé d'utiliser pour l'évaluation dans chaque environnement d'essai de Terre. L'entreprise doit se fonder sur le bilan de liaison de Terre correspondant aux canaux A et B du modèle de réponse impulsionnelle. Pour calculer l'efficacité de couverture et l'efficacité d'utilisation du spectre, il faut prendre pour hypothèse le cas le plus défavorable dans les canaux A et B.

Pour les RTT de Terre, les modèles de mise en place servent à calculer des paramètres clefs tels que l'efficacité de couverture et l'efficacité d'utilisation du spectre. Ces modèles donnent également une idée générale de l'infrastructure à prévoir pour assurer le service dans la zone correspondant au modèle de mise en place indiqué.

L'efficacité d'utilisation du spectre est définie par le nombre de E/MHz/cellule pour la téléphonie et le nombre de Mbit/s/cellule pour la transmission de données. Elle est calculée pour les niveaux de trafic élevés qui sont proposés et pour l'attribution de fréquences donnée. Elle dépend de la largeur de bande attribuée et ne peut être transposée linéairement entre différentes attributions. Pour l'évaluation, on suppose que la largeur de bande duplex est de 30 MHz et qu'elle doit être répartie entre les liaisons aller et retour, selon les besoins de la mise en œuvre RTT. L'entreprise proposant la RTT doit indiquer la bande de garde nécessaire aux exploitants qui utilisent une même RTT.

L'efficacité de couverture est définie par le nombre total d'emplacements de cellules par kilomètre carré nécessaire pour répondre aux besoins de couverture prescrits pour chaque environnement d'essai. Elle doit être calculée pour de faibles niveaux de trafic (voir les tableaux relatifs à la mise en place), étant donné qu'il y a de fortes chances que le système soit limité par les brouillages en cas de forte charge de trafic.

On trouvera au Tableau 6 un formulaire relatif au bilan de liaison de RTT de Terre. Ce formulaire doit être rempli pour chaque environnement d'essai et pour chaque service soumis aux essais (Tableau 1). Les simulations fondées sur le canal B des modèles de réponse impulsionnelle effectuées au niveau de la liaison servent à déterminer le rapport $E_b/(N_0 + I_0)$ requis et, par conséquent, le rapport C/I nécessaire des RTT pour satisfaire aux critères de fonctionnement indiqués au Tableau 1. Les formules relatives à l'affaiblissement sur le trajet sont utilisées pour déterminer la distance maximale et la zone de couverture. En cas de répartition hexagonale des cellules des secteurs, la zone couverte par un secteur est définie au moyen de la formule $S = R^2 \cdot \sqrt{3}/4$, où R est la distance obtenue dans le bilan de liaison. Cela signifie que les secteurs ont une structure hexagonale et que les stations de base sont situées aux angles des hexagones.

L'entreprise détermine une infrastructure, afin de satisfaire aux objectifs de service et aux prescriptions de couverture applicables à la mise en place. L'efficacité de couverture est calculée sur la base de la mise en place proposée pour les faibles niveaux de trafic indiqués.

Les paramètres indépendants de la mise en œuvre (ii) sont fixés dans le formulaire relatif au bilan de liaison, afin d'éviter des divergences sans rapport direct avec les techniques radioélectriques. Les entreprises doivent se fonder sur ces valeurs fixes ii pour calculer les valeurs de l'efficacité de couverture.

Un scénario de mise en place spécifique est présenté pour chaque environnement d'essai de Terre. Il donne des renseignements sur les exigences du marché, notamment la qualité d'écoulement du trafic, le niveau de trafic, les prescriptions en matière de couverture et le taux de pénétration d'abonnés. Les paramètres physiques de l'environnement – zone à desservir, densité de population et vitesse des terminaux mobiles (pour la fréquence Doppler) – sont également indiqués pour chaque scénario.

Parallèlement au formulaire relatif au bilan de liaison pour chaque environnement d'essai de Terre, une matrice de résultats relatifs au modèle de mise en place doit être fournie pour chaque volume de trafic indiqué. Cette matrice fait l'objet du Tableau 11. Les simulations ayant servi à remplir le formulaire relatif au bilan de liaison doivent être utilisées pour indiquer la mise en place type de chaque environnement d'essai. Les entreprises proposant des systèmes doivent se fonder uniquement sur les modèles de propagation du § 1.2.

Les entreprises prendront pour hypothèse une fréquence centrale de 2 GHz au moment de fournir les données relatives aux modèles de mise en place.

1.3.1 Formulaire relatif au bilan de liaison de Terre

Il convient de remplir ce formulaire pour les liaisons aller et retour pour chaque environnement de mise en place et chaque service soumis à des essais. Dans le cas d'un environnement mixte, le formulaire doit être rempli pour les environnements d'essai piétons et véhicules. Les éléments du bilan de liaison dépendants et indépendants de la mise en œuvre sont signalés dans le formulaire au moyen des lettres id et ii. Ce formulaire ne doit pas être considéré comme un outil de planification, étant donné qu'il ne fait pas état d'éléments aussi essentiels que l'affaiblissement dû au corps humain ou à la pénétration dans les véhicules automobiles, etc. Pour faciliter la comparaison des résultats, les paramètres indépendants de la RTT sont prédéterminés.

TABLEAU 6

Formulaire relatif au bilan de liaison

id/ii	Élément	Liaison aller	Liaison retour
	Environnement d'essai		
	Service soumis aux essais		
	Type de canal avec propagation par trajets multiples	A, B	A, B
ii/id	(a0) Puissance d'émission moyenne par canal de trafic (Note 1)	dBm	dBm
id	(a1) Puissance d'émission maximale par canal de trafic	dBm	dBm
id	(a2) Puissance d'émission totale maximale	dBm	dBm
ii	(b) Affaiblissements dus au câble, au connecteur et au combineur (énumérer les sources)	2 dB	0 dB
ii	(c) Gain de l'antenne d'émission	13 dBi (véhicules) 10 dBi (piétons) 2 dBi (intérieur)	0 dBi
id	(d1) p.i.r.e. d'émission par canal de trafic = (a1 – b + c)	dBm	dBm
id	(d2) p.i.r.e. d'émission totale = (a2 – b + c)	dBm	dBm
ii	(e) Gain de l'antenne de réception	0 dBi	13 dBi (véhicules) 10 dBi (piétons) 2 dBi (intérieur)
ii	(f) Affaiblissements dus au câble et au connecteur	0 dB	2 dB
ii	(g) Facteur de bruit à la réception	5 dB	5 dB
ii	(h) Densité de bruit thermique (H) (unités linéaires)	–174 dBm/Hz $3,98 \times 10^{-18}$ mW/Hz	–174 dBm/Hz $3,98 \times 10^{-18}$ mW/Hz
id	(i) Densité de brouillage à la réception (Note 2) (I) (unités linéaires)	dBm/Hz mW/Hz	dBm/Hz mW/Hz
id	(j) Bruit équivalent total + densité de brouillage = $10 \log (10^{((g + h)/10)} + I)$	dBm/Hz	dBm/Hz
ii	(k) Débit d'information ($10 \log R_b$)	dB(Hz)	dB(Hz)
id	(l) Rapport $E_b/(N_0 + I_0)$ requis	dB	dB
id	(m) Sensibilité du récepteur = (j + k + l)		
id	(n) Gain de transfert	dB	dB
id	(o) Gain de diversité explicite	dB	dB
id	(o') Autre gain	dB	dB
id	(p) Marge de protection contre les évanouissements (distribution log-normale)	dB	dB
id	(q) Affaiblissement maximal sur le trajet = {d1 – m + (e – f) + o + n + o' – p}	dB	dB
id	(r) Distance maximale	m	m

Notes relatives au Tableau 6:

NOTE 1 – Les entreprises doivent se fonder sur la puissance d'émission moyenne par canal de trafic proposée ci-dessous pour calculer les valeurs de l'efficacité de couverture et de l'efficacité d'utilisation du spectre. Toutefois, elles doivent fournir d'autres valeurs reposant sur une puissance d'émission optimisée pour les RTT qu'elles proposent.

	Liaison aller	Liaison retour
(a0) Puissance d'émission moyenne par canal de trafic	30 dBm (véhicules) 20 dBm (piétons) 10 dBm (intérieur)	24 dBm (véhicules) 14 dBm (piétons) 04 dBm (intérieur)

NOTE 2 – Étant donné que la méthode de calcul de cette valeur et son importance varieront d'une RTT à l'autre, l'entreprise doit fournir une explication détaillée de cette méthode et de son importance pour déterminer la capacité et la couverture de la RTT. Elle doit notamment indiquer clairement le taux de réutilisation des fréquences et la charge de trafic par secteur qui sont pris pour hypothèse pour déterminer cette grandeur. Les brouillages doivent être évalués compte tenu du faible niveau de trafic indiqué pour chaque environnement d'essai.

On trouvera plus loin une description des différents éléments du formulaire relatif au bilan de liaison. Sauf indication contraire, cette description s'applique aux liaisons aller et retour. Pour la liaison aller, la station de base est l'émetteur et la station mobile le récepteur. Pour la liaison retour, la station mobile est l'émetteur et la station de base le récepteur.

(a0) Puissance d'émission moyenne par canal de trafic (dBm)

Moyenne de la puissance d'émission totale sur un cycle de transmission complet, avec puissance d'émission maximale au moment de l'émission.

(a1) Puissance d'émission maximale par canal de trafic (dBm)

Puissance totale à l'entrée de l'émetteur pour un seul canal de trafic. On entend par canal de trafic un trajet de communication entre une station mobile et une station de base utilisé pour le trafic d'usager et de signalisation. Le terme canal de trafic désigne implicitement une paire de canaux de trafic aller et retour.

(a2) Puissance d'émission totale maximale (dBm)

Somme des puissances d'émission maximales de tous les canaux.

(b) Affaiblissements dus au câble, au connecteur et au combineur (émission) (dB)

Affaiblissements combinés de tous les composants du système de transmission entre la sortie de l'émetteur et l'entrée de l'antenne (tous les affaiblissements sont exprimés en valeurs dB positives). Cette valeur est fixée dans le formulaire.

(c) Gain de l'antenne d'émission (dBi)

Gain maximal de l'antenne d'émission sur le plan horizontal (dB par rapport à une source isotrope). Cette valeur est fixée dans le formulaire.

(d1) p.i.r.e. d'émission par canal de trafic (dBm)

Somme de la puissance à la sortie de l'émetteur par canal de trafic (dBm), des affaiblissements du système de transmission (– dB) et du gain de l'antenne d'émission, dans le sens du rayonnement maximal.

(d2) p.i.r.e. d'émission (dBm)

Somme de la puissance totale d'émission (dBm), des affaiblissements du système de transmission (– dB) et du gain de l'antenne d'émission (dBi).

(e) Gain de l'antenne de réception (dBi)

Gain maximal de l'antenne de réception sur le plan horizontal (dB par rapport à une source isotrope).

(f) Affaiblissements dus au câble, au connecteur et au répartiteur (réception) (dB)

Affaiblissements combinés de tous les composants du système de transmission entre la sortie de l'antenne de réception et l'entrée du récepteur (tous les affaiblissements sont exprimés en valeurs dB positives). La valeur est fixée dans le formulaire.

(g) Facteur de bruit à la réception (dB)

Facteur de bruit du système de réception par rapport à l'entrée du récepteur. La valeur est fixée dans le modèle.

(h), (H) Densité de bruit thermique, N_0 (dBm/Hz)

Puissance de bruit (Hz) à l'entrée du récepteur. A noter que (h) est exprimé en unités logarithmiques et (H) en unités linéaires. La valeur est fixée dans le formulaire.

(i), (I) Densité de brouillage à la réception, I_0 (dBm/Hz)

Puissance de brouillage (Hz) à l'entrée du récepteur. Il s'agit de la puissance de brouillage dans la bande divisée par la largeur de bande du système. La puissance de brouillage dans la bande comprend le brouillage dans le même canal et le brouillage dans le canal adjacent. En conséquence, il faut tenir compte des gabarits des bandes de fréquences de l'émetteur et du récepteur. A noter que (i) est exprimé en unités logarithmiques et (I) en unités linéaires. La densité de brouillage à la réception I_0 pour la liaison aller correspond à la puissance de brouillage (Hz) au niveau du récepteur de la station mobile à la limite de la zone de couverture dans une cellule intérieure.

(j) Bruit équivalent total + densité de brouillage (dBm/Hz)

Somme logarithmique de la densité de bruit à la réception et du facteur de bruit du récepteur et somme arithmétique avec la densité de brouillage à la réception, c'est-à-dire:

$$j = 10 \log (10^{((g+h)/10)} + I)$$

(k) Débit d'information ($10 \log R_b$) (dB(Hz))

Débit binaire du canal (dB(Hz)). Le choix de R_b doit être conforme aux hypothèses E_b .

(l) Rapport $E_b/(N_0 + I_0)$ requis (dB)

Rapport de l'énergie reçue par bit d'information à la densité totale de puissance du brouillage et du bruit équivalent nécessaire pour satisfaire aux objectifs de qualité énoncés dans le Tableau 1, compte tenu du modèle de canal du § 1.2.2. La régulation de puissance ne doit pas dépasser le plafond fixé par la somme de la marge de protection contre les évanouissements (distribution log-normale) et du gain de transfert. On indiquera ici les gains de diversité correspondant à la spécification $E_b/(N_0 + I_0)$, afin qu'ils ne soient pas comptés deux fois. La transposition du seuil du taux d'erreur en rapport $E_b/(N_0 + I_0)$ dépend des conditions de propagation par trajets multiples particulières qui sont prises pour hypothèse.

(m) Sensibilité du récepteur ($j + k + I$) (dBm)

Niveau du signal nécessaire à l'entrée du récepteur satisfaisant exactement le rapport $E_b/(N_0 + I_0)$ requis.

(n) Gain/affaiblissement de transfert (dB)

Facteur de gain d'affaiblissement (+ ou -) résultant du transfert tel que la fiabilité prescrite à la limite soit maintenue. On suppose que l'affaiblissement moyen est le même pour chacune des deux cellules. Le gain/l'affaiblissement de transfert doit être calculé pour un coefficient de corrélation d'occultation de 50%. L'entreprise doit indiquer clairement les autres hypothèses faites au sujet du transfert pour le calcul du gain de ce transfert.

(o) Gain de diversité explicite (dB)

Gain équivalent obtenu à l'aide de techniques de diversité. On admettra que le coefficient de corrélation est nul entre les trajets reçus. A noter que le gain de diversité ne doit pas être compté deux fois. Par exemple, s'il est pris en compte dans la spécification du rapport $E_b/(N_0 + I_0)$, il ne doit pas l'être ici.

(o') Autre gain (dB)

Les techniques futures permettront peut-être d'obtenir un gain supplémentaire. Ainsi, l'accès multiple avec diversité d'espace (SDMA) permettra peut-être d'obtenir un supplément de gain d'antenne. L'entreprise doit indiquer les hypothèses formulées pour obtenir ce gain.

(p) Marge de protection contre les évanouissements (distribution log-normale) (dB)

Cette marge est définie à la limite de la cellule pour les cellules isolées. C'est la marge nécessaire pour assurer une disponibilité de couverture spécifiée au-dessus des différentes cellules.

(q) Affaiblissement maximal sur le trajet (dB)

Affaiblissement maximal permettant d'assurer une qualité de fonctionnement minimale de la RTT à la limite de la cellule.

$$\text{Affaiblissement maximal sur le trajet} = d1 - m + (e - f) + o + o' + n - p$$

(r) Distance maximale (km)

Calculée pour chaque scénario de mise en place, la distance maximale, R_{max} , est donnée par la distance liée à l'affaiblissement maximal sur le trajet. Les formules permettant de calculer l'affaiblissement sur le trajet sont indiquées dans le § 1.2.

1.3.2 Modèle de mise en place

Pour le calcul de l'efficacité d'utilisation du spectre, il faut régler le niveau de trafic offert afin d'obtenir la qualité d'écoulement du trafic voulue et de satisfaire aux critères de couverture définis dans les Tableaux 7 à 10. Le trafic offert est calculé comme suit:

$$\text{trafic offert} = \text{densité d'utilisateurs} \times (\text{bhca/sub}/3\,600) \times \text{durée de la communication}$$

où:

bhca: tentative d'appel pendant l'heure chargée

sub: abonné.

1.3.2.1 Modèle de mise en place pour les environnements d'essai bureaux

Ce scénario de mise en place décrit les conditions d'exploitation d'un système IMT-2000 dans un environnement d'essai bureaux. Les prescriptions applicables aux services soumis aux essais dans ce cas sont indiquées au Tableau 1. Les hypothèses générales relatives aux exigences du marché sont brièvement présentées dans le Tableau 7a.

TABLEAU 7a

Modèle de mise en place pour l'environnement bureaux: exigences du marché

Qualité d'écoulement du trafic	Niveau de trafic (bhca/sub) ⁽¹⁾	Couverture ⁽²⁾	Taux de pénétration d'abonnés (% d'utilisateurs potentiels)
1% de blocage	3 pour la téléphonie 3 pour la transmission de données	95%	50 pour l'efficacité d'utilisation du spectre 5 pour l'efficacité de couverture

(1) bhca: tentative d'appel pendant l'heure chargée, en supposant par exemple que la durée de l'appel est de 2 min pour la téléphonie et de 2 min pour la transmission de données.

(2) «A» est la zone géographique déclarée au-dessus de laquelle il est prévu d'assurer le service. Il est nécessaire de garantir de bonnes conditions de fonctionnement (pour les récepteurs) au-dessus de X% (95%) de la zone «A» pendant Y% (95%) du temps. Une autre définition de «A» est nécessaire.

Pour ce scénario de mise en place à l'intérieur, un environnement bureaux type comprenant un grand bâtiment et des bureaux paysagés est présenté ci-dessous. Les bureaux sont séparés par des cloisons amovibles, qui entraînent une forte variation du signal, comme le confirme l'écart type (distribution log-normale) indiqué au Tableau 7a. Les niveaux de trafic sont indiqués en erlangs par étage. Dans ce scénario, il n'est pas tenu compte des usagers se trouvant dans des ascenseurs et des cages d'escalier, mais il conviendrait de le faire pour être réaliste.

Les hypothèses formulées pour l'environnement physique de mise en place à l'intérieur sont brièvement présentées dans le Tableau 7b.

TABLEAU 7b

Environnement physique du modèle de mise en place dans des bureaux

Superficie par étage (m ²)	Nombre d'utilisateurs potentiels par étage	Nombre d'étages	Écart type (distribution log-normale) (dB)	Vitesse des stations mobiles (km/h)
10 000	1 000	10	12	3

1.3.2.2 Modèle de mise en place extérieur vers intérieur et piétons

Il convient de noter que la description de l'environnement physique comprend les usagers à l'intérieur et à l'extérieur. La couverture intérieure doit être assurée par les stations de base situées à l'extérieur, de sorte qu'il faut tenir compte, dans le bilan de liaison, du supplément d'affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments. Les prescriptions applicables aux services soumis aux essais pour l'environnement extérieur vers intérieur et piétons sont indiquées dans le Tableau 1.

TABLEAU 8a

Modèle de mise en place pour les environnements extérieur vers intérieur et piétons: exigences du marché

Qualité d'écoulement du trafic	Niveau de trafic (bhca/sub) ⁽¹⁾	Couverture ⁽²⁾	Taux de pénétration d'abonnés (% d'utilisateurs potentiels)
1% de blocage	1,2 pour la téléphonie 1,2 pour la transmission de données	95%	10 pour l'efficacité d'utilisation du spectre 0,1 pour l'efficacité de couverture

(1), (2): voir le Tableau 7a.

Les hypothèses spécifiques relatives à l'environnement physique de mise en place à l'extérieur sont brièvement présentées dans le Tableau 8b.

TABLEAU 8b

Environnement physique du modèle de mise en place à l'extérieur

Type	Superficie (km ²)	Nombre d'utilisateurs potentiels par km ²	Affaiblissement dû à la pénétration dans les bâtiments/écart type (dB)	Écart type (distribution log-normale) (dB)	Vitesse des stations mobiles (km/h)
Extérieur	40	9 000	Non applicable	10	3
Intérieur	25	12 000	12/8	12	3

1.3.2.3 Modèle de mise en place pour les environnements véhicules

Les prescriptions applicables aux services soumis aux essais pour l'environnement véhicules sont indiquées dans le Tableau 1. Les hypothèses générales concernant les exigences du marché sont présentées brièvement dans le Tableau 9a. La hauteur de l'antenne de la station de base doit être supérieure à la hauteur moyenne sous toit (12 m).

TABLEAU 9a

Modèle de mise en place pour l'environnement véhicules – exigences du marché

Qualité d'écoulement du trafic	Niveau de trafic (bhca/sub) ⁽¹⁾	Couverture ⁽²⁾	Taux de pénétration d'abonnés (% d'utilisateurs potentiels)
1% de blocage	0,75 pour la téléphonie 0,75 pour la transmission de données	95%	10 pour l'efficacité d'utilisation du spectre 0,1 pour l'efficacité de couverture

⁽¹⁾, ⁽²⁾: voir le Tableau 7a.

Les hypothèses concernant l'environnement physique de mise en place pour des véhicules sont brièvement présentées dans le Tableau 9b.

TABLEAU 9b

Environnement physique du modèle de mise en place pour des véhicules

Superficie (km ²)	Nombre d'utilisateurs potentiels par km ²	Écart type (distribution log-normale) (dB)	Vitesse des stations mobiles (km/h)
150	3 500	10	120

Les entreprises doivent également donner des renseignements sur la manière de gérer des vitesses pouvant atteindre 500 km/h.

1.3.2.4 Modèle de mise en place pour l'environnement d'essai à cellules mixtes piétons/véhicules

Ce scénario de distribution décrit les conditions applicables au fonctionnement d'un système IMT-2000 dans un environnement d'essai mixte. Les prescriptions applicables aux services soumis aux essais pour l'environnement à cellules mixtes sont indiquées dans le Tableau 1. Les hypothèses générales relatives aux exigences du marché sont présentées dans le Tableau 10a. Le bilan de liaison utilise les spécifications calculées précédemment pour les environnements piétons et véhicules. Au besoin, on prendra en compte les brouillages causés par les grandes cellules aux petites cellules et inversement.

TABLEAU 10a

Modèle de mise en place pour l'environnement d'essai mixte: exigences du marché

Qualité d'écoulement du trafic	Niveau de trafic (bhca/sub) ⁽¹⁾	Couverture ⁽²⁾	Taux de pénétration d'abonnés (% d'utilisateurs potentiels)
1% de blocage	1 pour la téléphonie 1 pour la transmission de données	95%	10 pour l'efficacité d'utilisation du spectre 0,1 pour l'efficacité de couverture

(1), (2); voir le Tableau 7a.

Les hypothèses relatives à l'environnement physique de mise en place à l'extérieur et véhicules sont brièvement présentées dans le Tableau 10b.

TABLEAU 10b

Environnement physique pour le modèle de mise en place pour l'environnement d'essai mixte

Type d'affaiblissement sur le trajet	Superficie (km ²)	Écart type (distribution log-normale) (dB)	Vitesse des stations mobiles (km/h)	% d'utilisateurs
Piétons (extérieur)	4	10	3	60
Véhicules	150	10	120	40

1.3.3 Matrice de résultats concernant le modèle de mise en place

Les résultats du modèle de mise en place du système doivent être présentés comme indiqué dans le Tableau 11.

TABLEAU 11

Matrice de résultats concernant le modèle de mise en place

Hypothèses de départ				
Environnement d'essai				
Service soumis aux essais				
Hauteur de l'antenne de la station de base (m)				
Autres hypothèses formulées par l'entreprise (diagramme d'antenne, sectorisation, par exemple)				
Résultats de la mise en place				
Nombre total d'emplacements de cellules	Nombre total de canaux RF	Nombre de voies téléphoniques par canal RF	Efficacité de couverture (km ² /emplacement)	Efficacité d'utilisation du spectre (E/MHz/cellule) pour la téléphonie (Mbit/s/cellule) pour la transmission de données

Composante satellite

La composante satellite est particulière et ne peut donc être évaluée de la même manière que la composante de Terre. On trouvera des détails à son sujet dans la Recommandation UIT-R M.1167 intitulée «Cadre de description de l'élément satellite des télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)».

2.1 Modèles de propagation

La propagation par satellite comprend normalement un élément visibilité directe et des éléments multitrajets diffusés/réfléchis et tend donc à suivre une distribution de Rice avec des taux d'évanouissements déterminés par les mouvements de l'utilisateur et du satellite; toutefois, des évanouissements de Rayleigh se produisent lorsque le trajet en visibilité directe est obstrué. Les étalements des temps de propagation ne dépasseront probablement pas quelques dizaines ou centaines de nanosecondes et les niveaux des éléments retardés sont bas, si bien que l'évanouissement peut être considéré comme uniforme en fréquence pour un canal dont la largeur de bande est inférieure à environ 2 MHz.

Les décalages et les taux de variation Doppler dépendent du mouvement relatif entre l'utilisateur et le satellite. L'effet Doppler brut dans la porteuse est fonction de la vitesse du satellite tandis que l'étalement du spectre Doppler dépend du mouvement de la station mobile.

Pour les applications satellite en général, un modèle d'évanouissement de Rice devrait être utilisé pour évaluer la qualité de fonctionnement de la RTT. Par ailleurs, les aspects de la propagation par trajets multiples et les effets Doppler maximaux sont pris en compte. L'effet Doppler brut dans la fréquence porteuse dû au mouvement du satellite et des terminaux mobiles devrait être inclus dans la simulation des niveaux de liaison.

2.1.1 Modèle à bande étroite

Dans le cas à bande étroite, le modèle de Rice se caractérise par la somme de l'élément trajet direct et des éléments trajets multiples diffusés/réfléchis. Lorsque l'élément trajet direct est diminué pour cause d'occultation, il y a évanouissement de Rayleigh.

Si $z(t)$ et $w(t)$ correspondent à la représentation passe-bas complexe de l'entrée et de la sortie du canal,

$$w(t) = \sqrt{P_0} z(t) + \sqrt{P_1} g_1(t) z(t)$$

où:

P_0 : intensité de l'élément trajet direct

P_1 : intensité de l'élément trajets multiples

$g_1(t)$: processus gaussien complexe pondérant l'élément trajets multiples.

La distribution générale d'amplitude du canal à distribution de Rice se caractérise par (fonction de densité de probabilité, pfd):

$$pfd(a) = 2 \frac{a}{P_1} \cdot e^{-\frac{a^2 + P_0}{P_1}} \cdot I_0\left(\frac{2a\sqrt{P_0}}{P_1}\right)$$

Le rapport c de P_0 et P_1 est le rapport de puissance du signal trajet direct/trajets multiples et est dénommé facteur de Rice, K , exprimé en général en dB comme suit:

$$K = 10 \log (P_0/P_1) = 10 \log c$$

Le spectre Doppler de $g(t)$ est décrit par le cas de la distribution de Rice au § 2.1.3.

Le cas particulier où $P_0 = 0$, c'est-à-dire $K = -\infty$ est appelé le canal à évanouissement de Rayleigh et sa distribution d'amplitude se caractérise par:

$$pfd(a) = 2 \frac{a}{P_1} \cdot e^{-\frac{a^2}{P_1}}$$

où P_1 est la puissance reçue moyenne. Le spectre Doppler de $g(t)$ est décrit ici par le cas «classique» du § 2.1.3.

Les valeurs du facteur de Rice dans le Tableau 12 devraient être prises en considération. A noter que l'affaiblissement de l'élément trajet direct pour cause d'occultation devrait également être examiné, comme indiqué dans ce tableau.

TABLEAU 12
Facteurs de Rice pour l'environnement satellite

Facteur de Rice, K (dB)	Élément trajet direct, P_0	Élément trajets multiples, P_1
10	1,0	0,1
7	0,5	0,1
3	0,2	0,1
$-\infty$	0,0	0,1

2.1.2 Modèle à large bande

Des modèles de propagation à large bande des cellules de satellite pour la bande des 2 GHz sont proposés pour représenter les différents environnements:

- rural,
- suburbain,
- urbain,

sur la base de vastes campagnes de mesure. Ces modèles sont typiques sous les angles d'élévation allant de 15° à 55°. Outre la description à bande étroite, les échos dus aux signaux multitrajets (quasi-échos) doivent être pris en considération selon la formule:

$$w(t) = \sqrt{P_0} z(t) + \sqrt{P_1} g_1(t) z(t) + \sum_{i=2}^M \sqrt{P_i} g_i(t) z(t - \tau_i)$$

Ce modèle correspond à une structure avec ligne à retard à prises ayant un nombre fixe M de prises avec un trajet direct et des échos $M - 1$ avec des retards à prises τ_i et des amplitudes de retard variant aléatoirement dans le temps. Chaque prise est décrite par:

- son amplitude complexe variant dans le temps $\sqrt{P_i} g_i(t)$ avec une variance P_i par rapport à la propagation en espace libre;
- un retard τ_i par rapport au premier trajet;
- une distribution d'amplitude de Rayleigh de $\sqrt{P_i} g_i(t)$ (avec $i > 1$);
- un spectre Doppler.

2.1.3 Description des spectres Doppler

En ce qui concerne les situations avec visibilité directe (LOS) et sans visibilité directe (NLOS) de l'élément trajet direct et la distribution d'amplitude de Rayleigh des éléments retardés, on a choisi deux types de spectre Doppler. Le spectre de puissance de $g_i(t)$ avec $i > 0$ est appelé spectre Doppler et est modélisé par:

- un spectre de densité de puissance Doppler classique:

$$G_i(\nu) = G(\nu) = \frac{1}{\pi \cdot \nu_{max} \sqrt{1 - \left(\frac{\nu - \nu_{sat}}{\nu_{max}} \right)^2}} \quad \text{pour } \nu_{sat} - \nu_{max} \leq \nu \leq \nu_{sat} + \nu_{max}$$

ν_{max} est lié à la vitesse V du terminal mobile:

$$\nu_{max} = \frac{V}{\lambda}$$

où:

V : vitesse du mobile

λ : longueur d'onde de la fréquence porteuse.

Il convient de prendre en considération deux valeurs de V , 3 km/h pour les piétons et 70 km/h pour les véhicules.

Dans l'environnement satellite, il existe un décalage brut v_{sat} de la fréquence porteuse dû au mouvement relatif du satellite par rapport à la surface de la Terre (voir l'Appendice 2) et au terminal mobile. Cet effet Doppler brut de la porteuse est fonction de la vitesse orbitale du satellite $V_{orbital}$ et de sa position par rapport au mobile, λ étant la longueur d'onde de la fréquence porteuse:

$$v_{sat} = \frac{V_{orbital}}{\lambda}$$

La vitesse orbitale du satellite est fonction de l'élévation orbitale (voir l'Appendice 2). Certaines RTT à satellites peuvent compenser l'effet Doppler brut. Si le récepteur subit un effet Doppler résiduel, il faut l'inclure dans la simulation du niveau de liaison.

- Modèle Rice: spectre de densité de puissance Doppler classique plus raie spectrale discrète:

$$G(v) = \frac{1/c}{\pi \cdot v_{max} \sqrt{1 - \left(\frac{v - v_{sat}}{v_{max}} \right)^2}} + \delta(v - v_{sat}) \quad \text{pour } v_{sat} - v_{max} \leq v \leq v_{sat} + v_{max}$$

2.1.4 Paramètres des modèles à large bande

Les Tableaux 13 à 15 donnent les paramètres proposés pour les canaux A, B et C, qui représentent 10% (canal A), 50% (canal B) et 90% (canal C) des valeurs de l'étalement du temps de propagation.

Ces tableaux portent sur les cas (LOS) et (NLOS). Les cas (LOS) des modèles de canaux A, B et C correspondent aux cas du facteur de Rice 10, 7 et 3 dB respectivement du modèle à bande étroite et les cas (NLOS) correspondent au cas du facteur de Rice $-\infty$.

Selon la largeur de bande de la RTT et le rapport porteuse/bruit, l'impact de ces prises supplémentaires peut être insignifiant.

TABLEAU 13

Modèle de canal A
(10% des valeurs de l'étalement du temps de propagation)

Nombre de prises	Valeur relative du retard de prise (ns)	Distribution d'amplitude des prises	Paramètre de distribution d'amplitude (dB)	Amplitude moyenne par rapport à la propagation en espace libre	Facteur de Rice (dB)	Spectre Doppler
1	0	LOS: Rice NLOS: Rayleigh	$10 \log c$ $10 \log P_m$	0,0 -7,3	10 -	Rice Classique
2	100	Rayleigh	$10 \log P_m$	-23,6	-	Classique
3	180	Rayleigh	$10 \log P_m$	-28,1	-	Classique

TABLEAU 14

Modèle de canal B
(50% des valeurs de l'étalement du temps de propagation)

Nombre de prises	Valeur relative du retard de prise (ns)	Distribution d'amplitude des prises	Paramètre de distribution d'amplitude (dB)	Amplitude moyenne par rapport à la propagation en espace libre	Facteur de Rice (dB)	Spectre Doppler
1	0	LOS: Rice NLOS: Rayleigh	$10 \log c$ $10 \log P_m$	0,0 -9,5	7 -	Rice Classique
2	100	Rayleigh	$10 \log P_m$	-24,1	-	Classique
3	250	Rayleigh	$10 \log P_m$	-25,1	-	Classique

TABLEAU 15

Modèle de canal C
(90% des valeurs de l'étalement du temps de propagation)

Nombre de prises	Valeur relative du retard de prise (ns)	Distribution d'amplitude des prises	Paramètre de distribution d'amplitude (dB)	Amplitude moyenne par rapport à la propagation en espace libre	Facteur de Rice (dB)	Spectre Doppler
1	0	LOS: Rice NLOS: Rayleigh	$10 \log c$ $10 \log P_m$	0,0 -12,1	3 -	Rice Classique
2	60	Rayleigh	$10 \log P_m$	-17,0	-	Classique
3	100	Rayleigh	$10 \log P_m$	-18,3	-	Classique
4	130	Rayleigh	$10 \log P_m$	-19,1	-	Classique
5	250	Rayleigh	$10 \log P_m$	-22,1	-	Classique

2.2 Scénarios d'essai des satellites: bilan de liaison et modèle de mise en place

A la différence de la composante de Terre, la puissance de satellite est précieuse, ce qui explique que le rendement de puissance des RTT soit le paramètre le plus critique pour la composante satellite. Le rendement de puissance des RTT peut être défini comme la capacité d'information par puissance de satellite nécessaire. La puissance de satellite nécessaire peut être normalisée comme le rapport puissance porteuse/densité de puissance de bruit nécessaire à la borne d'entrée du récepteur. Le rendement de puissance normalisé peut alors être défini comme le débit binaire d'information par rapport puissance porteuse/densité de puissance de bruit nécessaire, qui est en réalité égal à la réciproque du rapport E_b/N_0 nécessaire pour la RTT. L'efficacité d'utilisation du spectre est également importante et peut être définie comme le débit binaire d'information par largeur de bande RF nécessaire.

Les modèles de liaison pour les RTT à satellites sont donnés au § 2.2.1 et permettent d'obtenir le rendement de puissance et l'efficacité d'utilisation du spectre en présence d'évanouissements et de brouillages. Les résultats de la simulation ou des mesures de niveau de liaisons donneront le rapport E_b/N_0 nécessaire pour la qualité de fonctionnement donnée d'un canal en présence du niveau de brouillage donné. Pour l'évaluation, il convient d'utiliser les prescriptions de qualité de fonctionnement, y compris le débit binaire d'information et le TEB, figurant dans le Tableau 16. Le rendement de puissance et l'efficacité d'utilisation du spectre obtenus devraient être récapitulés dans la matrice de résultats pour la téléphonie uniquement et dans la matrice de résultats combinés téléphonie/données. Dans ce dernier cas, on devrait supposer 80% de trafic téléphonique et 20% de trafic de données.

Étant donné que la capacité globale et la couverture sont surtout déterminées par la configuration de la constellation (type et altitude de l'orbite, nombre de satellites, configuration des faisceaux ponctuels, etc.), les modèles de mise en place en termes de densité d'utilisateurs, niveau de trafic, etc. ne sont pas nécessaires pour l'évaluation des RTT à satellites.

2.2.1 Modèle de liaison RTT à satellites

Les modèles de liaison pour l'évaluation de la qualité de fonctionnement des RTT à satellites sont représentés sur la Fig. 5a pour la liaison retour et sur la Fig. 5b pour la liaison aller. Dans les deux cas, la puissance de la porteuse et la puissance de bruit sont normalisées aux valeurs à la borne d'entrée du récepteur (démodulateur); on suppose donc que l'affaiblissement ou le gain de la liaison pour le signal utile est égal à 0 dB, sauf pour le surcroît d'affaiblissement dû aux évanouissements.

2.2.1.1 Modèle de la liaison retour

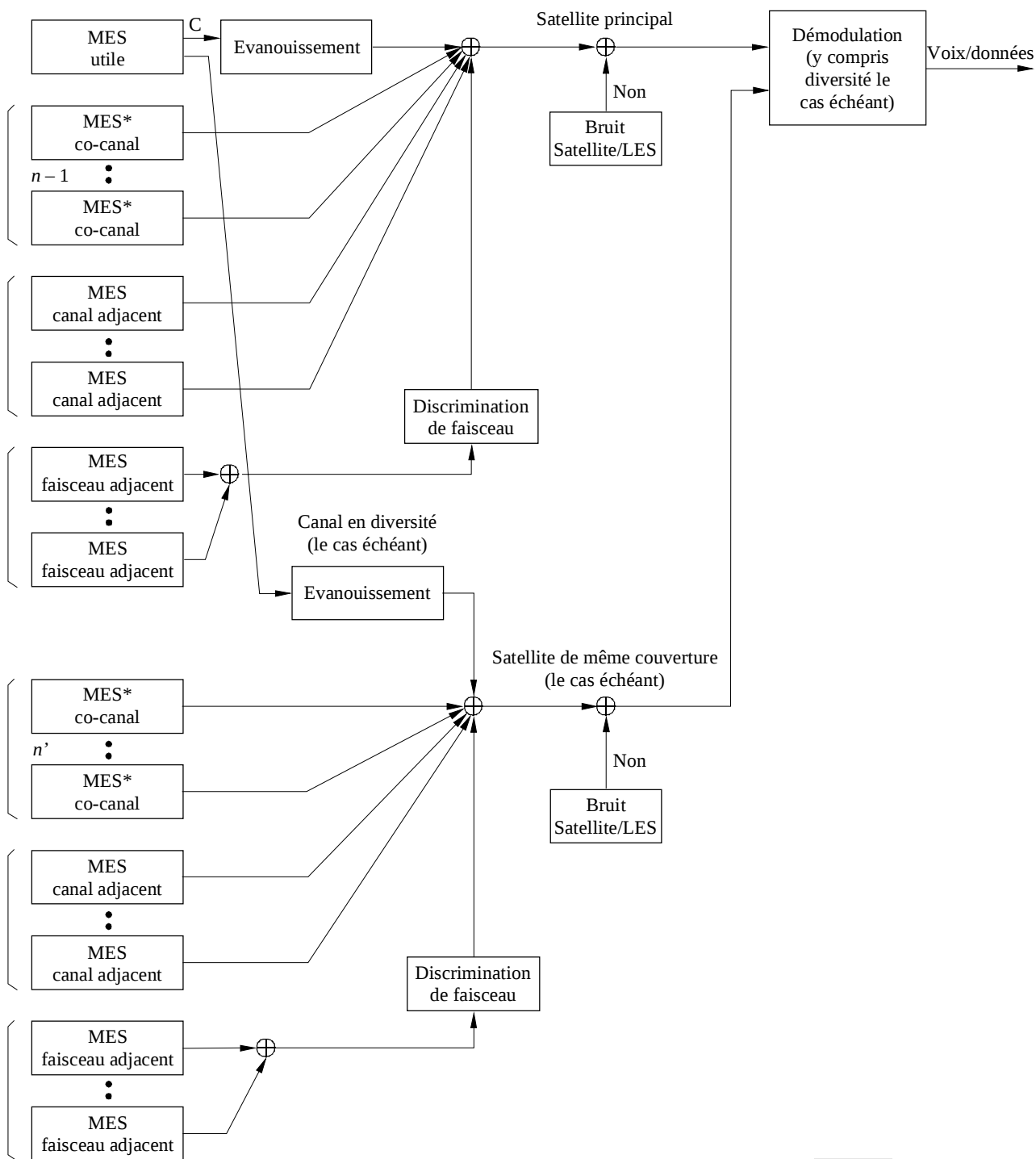
Pour le modèle de liaison retour (Fig. 5a), le signal de sortie utile, d'une puissance moyenne C , provenant de la station terrienne principale (MES) utile subit d'abord les évanouissements et l'effet Doppler avant d'être mélangé à différents signaux brouilleurs au satellite, comme:

- des signaux transmis dans le même canal en provenance d'autres MES partageant le même canal de fréquences (surtout pour le cas de l'AMRC);
- des signaux à des fréquences adjacentes en provenance d'autres MES utilisant les canaux de fréquences adjacents;
- des signaux transmis dans le même canal en provenance d'autres MES partageant le même canal de fréquences et utilisant les différents faisceaux ponctuels, dont les niveaux sont affaiblis par la discrimination d'antenne de satellite.

On peut supposer sans grand risque que ces signaux brouilleurs sont exempts d'évanouissements. Le bruit gaussien à densité spectrale de puissance N_0 est alors ajouté avant traitement du signal par le récepteur (démodulateur) à la station terrienne terrestre (LES).

Si un ou plusieurs satellites de même couverture sont disponibles, il est possible de recourir à la diversité pour que le signal provenant de la MES utile soit également transmis par ce ou ces satellites. Ce signal avec diversité subit les évanouissements et l'effet Doppler avant d'être mélangé à des signaux brouilleurs, comme pour le signal du satellite principal. Le bruit gaussien est alors ajouté et traité par le récepteur avec traitement en diversité à la LES.

FIGURE 5a
Modèle de liaison retour



1225-05A

* Dans le cas de l'AMRC.

2.2.1.2 Modèle de liaison aller

Pour le modèle de liaison aller (Fig. 5b), le signal de sortie utile, d'une puissance moyenne C , provenant du satellite principal est d'abord mélangé avec différents signaux brouilleurs au satellite comme:

- des signaux transmis dans le même canal en direction d'autres MES partageant le même canal de fréquences (notamment dans le cas de l'AMRC);
- des signaux à des fréquences adjacentes en direction d'autres MES utilisant les canaux de fréquences adjacents;
- des signaux transmis dans le même canal en direction d'autres MES partageant le même canal de fréquences et utilisant les différents faisceaux ponctuels, dont les niveaux sont affaiblis par la discrimination d'antenne du satellite.

Les signaux mélangés subissent ensuite l'évanouissement et l'effet Doppler. Le bruit gaussien, de densité de puissance spectrale N_0 , est alors ajouté avant traitement du signal par le récepteur (démodulateur) de la MES.

Si un ou plusieurs satellites de même couverture sont disponibles, il est possible de recourir à la diversité pour que le signal en direction de la MES utile soit également transmis par ce ou ces satellites. Ce signal avec diversité subit les évanouissements et l'effet Doppler avant d'être mélangé à des signaux brouilleurs, comme pour le signal du satellite principal. Ensuite, les signaux du satellite principal comme des satellites de même couverture, y compris les brouillages, sont mélangés à la MES et traités par le récepteur avec traitement en diversité à la MES.

2.2.1.3 Brouillage entre faisceaux

Pour les brouillages causés par les autres faisceaux ponctuels partageant la même bande de fréquences, on peut poser les hypothèses suivantes pour les liaisons retour comme pour les liaisons aller:

- pour l'AMRT: schéma de réutilisation des fréquences à 4 cellules et discrimination moyenne de faisceau de 20 dB;
- pour l'AMRC: réutilisation complète des fréquences et discrimination moyenne de faisceau de 10 dB.

Par souci de simplicité, on n'a pas pris en considération d'autres sources de bruit et de brouillage.

2.2.1.4 Calcul du rendement de puissance et de l'efficacité d'utilisation du spectre

Ensuite, en utilisant des simulations informatiques et/ou des mesures expérimentales basées sur ce modèle, il convient de déterminer la valeur minimale requise de C/N_0 pour atteindre l'objectif de qualité de fonctionnement en termes de taux d'erreur sur les trames et/ou les bits en situation de pleine charge nominale. Pour la liaison retour, il convient de prendre en compte l'effet de la non-linéarité de l'amplificateur à forte puissance des MES dans le brouillage dans le canal adjacent et la qualité de fonctionnement du démodulateur.

Dans le cas de l'AMRT, si la porteuse admet n canaux d'information d'utilisateur (voix ou données) de b bits, le rendement de puissance peut être calculé comme suit:

$$\text{Rendement de puissance} = n \times b / (C/N_0) = 1 / (E_b/N_0)$$

et l'efficacité d'utilisation du spectre peut être calculée comme suit:

$$\text{Efficacité d'utilisation du spectre} = r n b / B$$

où B est la largeur de bande RF nécessaire pour la porteuse, y compris la moitié des bandes de garde des deux côtés entre les canaux de fréquences adjacents et r est le facteur de réutilisation des fréquences entre faisceaux ponctuels (on le suppose égal à 0,25 dans le cas de l'AMRT).

De même, dans le cas de l'AMRC, si pour la liaison retour, jusqu'à n MES à l'intérieur de la zone de couverture d'un faisceau ponctuel peuvent émettre le signal simultanément dans le même canal de fréquence que le signal MES utile, ou si, pour une liaison aller, jusqu'à n signaux peuvent être émis à partir d'un faisceau ponctuel simultanément dans le même canal, et que la qualité de fonctionnement nécessaire peut encore être obtenue, le rendement de puissance peut être calculé comme suit:

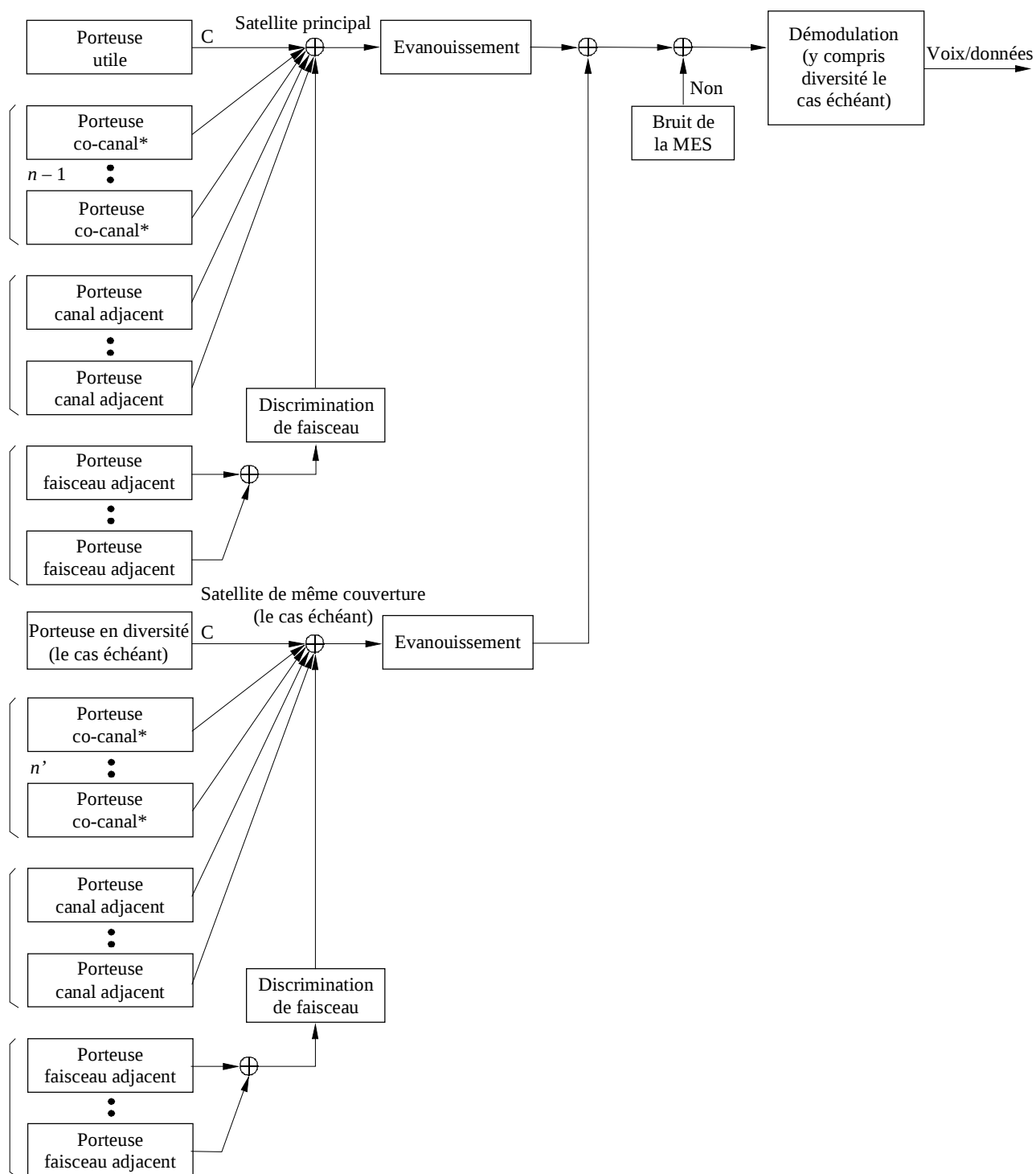
$$\text{Rendement de puissance} = b / (C/N_0) = 1 / (E_b/N_0)$$

et l'efficacité d'utilisation du spectre peut être calculée comme suit:

$$\text{Efficacité d'utilisation du spectre} = r n b / B$$

où r est le facteur de réutilisation des fréquences, que l'on suppose égal à 1 pour le cas de l'AMRC. En cas de satellites de même couverture, le nombre total de signaux émis simultanément dans le même canal de fréquences en provenance de tous ces satellites et en direction de la MES avec la même intensité réelle devrait être compté comme n dans la formule ci-dessus pour la liaison aller.

FIGURE 5b
Modèle de liaison aller



1225-05b

* Dans le cas de l'AMRC.

2.2.1.5 Examen de la diversité

S'il est proposé de recourir à la diversité, de manière que la même information soit émise par k trajets de satellite, le rendement de puissance et l'efficacité d'utilisation du spectre devraient être ajustés comme suit:

Cas a): fréquence et/ou créneau temporel différent (par exemple, AMRT)

- rendement de puissance (liaison aller et retour): $1/k$
- efficacité d'utilisation du spectre (liaison aller et retour): $1/k$.

Cas b): même fréquence et même créneau temporel (par exemple, AMRC)

- rendement de puissance pour la liaison aller: $1/k$
- rendement de puissance pour la liaison retour: 1
- efficacité d'utilisation du spectre pour la liaison aller: $1/k$
- efficacité d'utilisation du spectre pour la liaison retour: 1.

2.2.1.6 Autres conditions d'évaluation

S'il est proposé d'utiliser la régulation de puissance, la variation de puissance résiduelle après régulation devrait être prise en compte. Il faudrait prendre pour hypothèses comme écart type de variation de puissance résiduelle les valeurs suivantes: 0, 2, 4 et 10 dB.

Les valeurs maximales de l'effet Doppler brut résiduel de la porteuse subi par le récepteur après compensation par commande automatique de fréquence devraient par hypothèse être de: 0,5 et 5 kHz.

S'il est proposé d'utiliser l'activation vocale des porteuses émises, un facteur d'activité vocale de 50% devrait être supposé.

2.2.2 Matrice des résultats de sortie

Les résultats de la simulation ou des mesures de la liaison RTT doivent être mis sous forme de tableau selon le format indiqué par le Tableau 16. Les deux résultats les plus importants sont l'efficacité d'utilisation du spectre et le rendement de puissance.

L'efficacité d'utilisation du spectre est définie comme le débit binaire d'information d'utilisateur par largeur de bande unitaire assurée par la RTT.

Le rendement de puissance est défini comme la réciproque du rapport E_b/N_0 requis minimum pour que la RTT obtienne le taux d'erreur requis sur les trames (voix) et sur les bits (données) dans les conditions données d'évanouissement et de brouillage avec pleine charge du trafic d'utilisateur.

TABLEAU 16

Matrice des résultats satellite

	Débit binaire faible, données à long temps de propagation (parole)				Mélange de données (80% parole, 20% données)			
Débit d'information	2,4 kbit/s				2,4 kbit/s (parole)/ 9,6 kbit/s (données)			
Objectif de qualité de fonctionnement	1×10^{-2} (Taux d'erreur sur les trames)				1×10^{-2} (Taux d'erreur sur les trames)/ 1×10^{-6} (TEB)			
Modèle d'évanouissement	Rendement de puissance		Efficacité d'utilisation du spectre		Rendement de puissance		Efficacité d'utilisation du spectre	
	Liaison aller	Liaison retour	Liaison aller	Liaison retour	Liaison aller	Liaison retour	Liaison aller	Liaison retour
Rice $K = 10$ dB								
Rice $K = 7$ dB								
Rice $K = 3$ dB								
Rayleigh $K = -\infty$								

APPENDICE 1
DE L'ANNEXE 2

Modèles de propagation

1 Modèles de propagation

On trouvera ci-après un examen détaillé des modèles d'affaiblissement sur le trajet, pour lesquels on dispose de davantage de renseignements, et des modèles de réponse impulsionnelle des canaux. Pour élaborer des modèles de propagation pour tous les environnements d'essai, on utilise une hauteur d'antenne personnelle de 1,5 m.

1.1 Modèles d'affaiblissement sur le trajet

1.1.1 Modèle d'affaiblissement sur le trajet pour un environnement d'essai intérieur (bureaux)

L'affaiblissement sur le trajet dans des bureaux est fondé sur le modèle de COST 231 (le Rapport final COST 231 «Digital Mobile Radio: view on the Evolution towards Third Generation Systems» de la Commission des Communautés européennes, sera publié en 1997), défini comme suit:

$$L = L_{fs} + L_c + \sum k_{wi} L_{wi} + n \left(\frac{n+2}{n+1} - b \right) \times L_f$$

où:

L_{fs} : affaiblissement en espace libre entre émetteur et récepteur

L_c : affaiblissement constant

k_{wi} : nombre de murs pénétrés de type i

n : nombre d'étages pénétrés

L_{wi} : affaiblissement du mur type i

L_f : affaiblissement entre étages adjacents

b : paramètres empiriques

NOTE 1 – La valeur de L_c est normalement de 37 dB.

NOTE 2 – $n = 4$ est une moyenne pour l'environnement de bureaux. Pour calculer la capacité dans des environnements modérément pessimistes, on peut prendre $n = 3$.

TABLEAU 17

Moyenne pondérée pour les catégories d'affaiblissement

Catégorie d'affaiblissement	Description	Facteur (dB)
L_f	Structures de sol types (c'est-à-dire bureaux) – tuiles creuses – béton armé – épaisseur typique < 30 cm	18,3
L_{w1}	Cloisons internes légères – placoplâtre – murs comportant un grand nombre d'orifices (par exemple, fenêtres)	3,4
L_{w2}	Cloisons intérieures – béton, briques – nombre minimum d'orifices	6,9

Dans les hypothèses simplificatrices de l'environnement de bureaux, le modèle d'affaiblissement sur le trajet à l'intérieur a la forme:

$$L = 37 + 30 \log_{10} R + 18,3 \times n^{\left(\frac{n+2}{n+1} - 0,46\right)}$$

où:

R : séparation émetteur-récepteur (m)

n : nombre d'étages sur le trajet.

1.1.2 Modèle d'affaiblissement sur le trajet pour un environnement extérieur-intérieur et piéton

Le modèle qui suit est destiné à l'environnement extérieur-intérieur et piéton. Dans le modèle général de l'affaiblissement de transmission extérieur, l'affaiblissement de transmission total L en dB entre antennes isotropes correspond à la somme de l'affaiblissement en espace libre, L_{fs} , de l'affaiblissement de diffraction du faîte des bâtiments à la rue, L_{rts} , et de la réduction due à la diffraction par effets d'écran multiples le long de rangées de bâtiments, L_{msd} . Dans le présent modèle, les valeurs de L_{fs} et L_{rts} sont indépendantes de la hauteur de l'antenne de la station de base, tandis que la valeur de L_{msd} varie en fonction la hauteur de l'antenne de la station de base par rapport à celle des bâtiments (au-dessous ou au-dessus). En général, le modèle s'écrit:

$$L(R) = L_{fs} + L_{rts} + L_{msd}$$

Étant donné une séparation station mobile-station de base, R , l'affaiblissement en espace libre entre elles, se calcule au moyen de la formule:

$$L_{fs} = -10 \log_{10} \left(\frac{\lambda}{4\pi R} \right)^2$$

La diffraction du faîte des bâtiments au niveau de la rue donne le surcroît d'affaiblissement à la station mobile:

$$L_{rts} = -10 \log_{10} \left[\frac{\lambda}{2\pi^2 r} \left(\frac{1}{\theta} - \frac{1}{2\pi + \theta} \right)^2 \right]$$

où:

$$\theta = \operatorname{tg}^{-1} \left(\frac{|\Delta h_m|}{x} \right)$$

$$r = \sqrt{(\Delta h_m)^2 + x^2}$$

Δh_m est la différence entre la hauteur moyenne des bâtiments et la hauteur de l'antenne de la station mobile; x est la distance horizontale entre la station mobile et les limites de diffraction.

Pour le modèle général, l'affaiblissement de diffraction par effets d'écran multiples provenant des antennes des stations de base et causé par la propagation le long des rangées de bâtiments est égal à:

$$L_{msd} = -10 \log_{10} Q_M^2$$

où Q_M est un facteur dépendant de la hauteur relative de l'antenne de la station de base, laquelle se situe au-dessus ou au-dessous de la hauteur moyenne des bâtiments (voir la Note 2).

Dans le cas présent, la hauteur de l'antenne de la station de base est proche de la hauteur moyenne sous toit, d'où:

$$Q_M = d/R$$

où d est la séparation moyenne entre rangées de bâtiments.

L'affaiblissement de transmission total dans ce cas devient donc:

$$L = -10 \log_{10} \left(\frac{\lambda}{2\sqrt{2\pi R}} \right)^2 - 10 \log_{10} \left[\frac{\lambda}{2\pi^2 r} \left(\frac{1}{\theta} - \frac{1}{2\pi + \theta} \right)^2 \right] - 10 \log_{10} (d/R)^2$$

Lorsque $\Delta h_m = 10,5$ m, $x = 15$ m, et $d = 80$ m, chiffres typiques en environnement urbain et suburbain, l'expression ci-dessus de l'affaiblissement sur le trajet se ramène à une fonction simple de la distance R émetteur-récepteur (km) et de la fréquence f (MHz),

$$L = 40 \log_{10} R + 30 \log_{10} f + 49$$

NOTE 1 – L ne doit en aucun cas être inférieur à l'affaiblissement en espace libre.

NOTE 2 – XIA, H.H. et BERTONI, H.L. [février 1992] Diffraction of Cylindrical and Plane Waves By an Array of Absorbing Half Screens. *IEEE Trans. Ant. Prop.*, Vol. 40, 2, 170-177.

MACIEL, L.R., BERTONI, H.L. et XIA, H.H. [février 1993] Unified Approach to Prediction of Propagation Over Buildings for All Ranges of Base Station Antenna Height. *IEEE Trans. Vehic. Techn.*, Vol. 42, 1, 41-45.

1.1.3 Modèle d'affaiblissement sur le trajet pour un environnement d'essai pour véhicules

Ce modèle, basé sur le même format général que celui-ci décrit au § 1.1.2, est applicable aux scénarios d'essai en zone urbaine ou suburbaine, à l'extérieur du centre où les bâtiments sont très élevés et presque tous de la même hauteur.

Dans le cas présent, la hauteur d'antenne de la station de base dépasse la hauteur moyenne sous toit et:

$$Q_M = 2,35 \left(\frac{\Delta h_b}{R} \sqrt{\frac{d}{\lambda}} \right)^{0,9}$$

où:

Δh_b : différence de hauteur entre l'antenne de la station de base et la hauteur moyenne sous toit des bâtiments

d : séparation moyenne entre rangées de bâtiments.

L'affaiblissement total de transmission pour le cas où la hauteur dépasse la hauteur moyenne sous toit devient:

$$L = -10 \log_{10} \left[\left(\frac{\lambda}{4\pi R} \right)^2 \right] - 10 \log_{10} \left[\frac{\lambda}{2\pi^2 r} \left(\frac{1}{\theta} - \frac{1}{2\pi + \theta} \right)^2 \right] - 10 \log_{10} \left[(2,35)^2 \left(\frac{\Delta h_b}{R} \sqrt{\frac{d}{\lambda}} \right)^{1,8} \right]$$

Les mesures effectuées dans des environnements construits (voir la Note 3) ont montré que la pente de l'affaiblissement sur le trajet est approximativement une fonction linéaire de la hauteur de l'antenne de la station de base par rapport à la hauteur moyenne sous toit Δh_b . L'équation ci-dessus d'affaiblissement sur le trajet peut alors être modifiée comme suit:

$$L = -10 \log_{10} \left[\left(\frac{\lambda}{4\pi R} \right)^2 \right] - 10 \log_{10} \left[\frac{\lambda}{2\pi^2 r} \left(\frac{1}{\theta} - \frac{1}{2\pi + \theta} \right)^2 \right] - 10 \log_{10} \left[(2,35)^2 \left(\Delta h_b \sqrt{\frac{d}{\lambda}} \right)^{1,8} / R^{2(1 - 4 \times 10^{-3} \Delta h_b)} \right]$$

où:

$$\theta = \operatorname{tg}^{-1} \left(\frac{|\Delta h_m|}{x} \right)$$

$$r = \sqrt{(\Delta h_m)^2 + x^2}$$

où:

Δh_m : différence entre la hauteur moyenne des bâtiments et la hauteur des antennes de stations mobiles

x : distance horizontale entre la station mobile et les limites de diffraction.

Lorsque $\Delta h_m = 10,5$ m, $x = 15$ m et $d = 80$ m, comme cela est typique d'un environnement urbain ou suburbain où les bâtiments ont une hauteur moyenne de quatre étages, la formule de l'affaiblissement sur le trajet qui précède se ramène à une fonction simple de la distance R entre l'émetteur et le récepteur (km), la hauteur de l'antenne de la station de base mesurée à partir de la hauteur moyenne sous toit Δh_b (m) et la fréquence f (MHz),

$$L = \left[40(1 - 4 \times 10^{-3} \Delta h_b) \right] \log_{10} R - 18 \log_{10} \Delta h_b + 21 \log_{10} f + 80 \quad \text{dB}$$

NOTE 1 – L ne doit en aucun cas être inférieur à l'affaiblissement en espace libre.

NOTE 2 – Le modèle d'affaiblissement sur le trajet est valable pour une gamme Δh_b de 0 à 50 m.

NOTE 3 – XIA, H.H. et autres [août 1994] Microcellular Propagation Characteristics for Personal Communications in Urban and Suburban Environments. *IEEE Trans. Vehic. Techn.*, Vol. 43, 3, 743-752.

1.2 Modèle de réponse impulsionnelle de canal

Le modèle de canal à utiliser pour la simulation est un modèle de canal à diffusion non corrélée stationnaire au sens large (WSSUS) discrète pour lequel le signal reçu est représenté par la somme des répliques différées du signal d'entrée pondérée par des processus indépendants à variante temporelle gaussienne complexe de moyenne nulle. Précisément, si $z(t)$ et $w(t)$ correspondent aux représentations passe-bas complexes de l'entrée et de la sortie du canal respectivement,

$$w(t) = \sum_{n=1}^N \sqrt{p_n} g_n(t) z(t - \tau_n)$$

où p_n est l'intensité du n^{e} poids et $g_n(t)$ est le processus gaussien complexe pondérant la n^{e} réplique.

Le spectre de puissance de $g_n(t)$, appelé spectre Doppler du n^{e} trajet, régule le taux d'évanouissements dus au n^{e} trajet. Pour définir complètement ce modèle de canal, il suffit d'une spécification des spectres Doppler des pondérations de prise $\{P_n(v); n = 1, \dots, N\}$, des retards de prise $\{\tau_n; n = 1, \dots, N\}$ et les intensités de pondération des prises $\{p_n; n = 1, \dots, N\}$.

Le processus $g_n(t)$ doit être interprété comme modélisant la superposition des composantes multitrajets non résolues arrivant sous différents angles et à proximité de l'intervalle de retard:

$$\tau_n - \frac{1}{2W} < \tau < \tau_n + \frac{1}{2W}$$

où W est la largeur de bande du signal émis.

De manière générale, chaque rayon a un effet Doppler différent correspondant à une valeur différente du cosinus de l'angle entre la direction du rayon et le vecteur de vitesse. Par souci de simplicité, on choisit les hypothèses suivantes:

- Pour des canaux extérieurs, un très grand nombre de rayons reçus arrivent avec une distribution azimutale uniforme à la station mobile et sous un angle d'élévation nul pour chaque intervalle de retard. On suppose en outre que le diagramme d'antenne est uniforme dans la direction de l'azimut. A la station de base, les rayons reçus arrivent en général dans une gamme réduite d'azimuts.
- Pour des canaux intérieurs, un très grand nombre de rayons de réception arrivent à la station de base avec une distribution uniforme en site et en azimut pour chaque intervalle de temps de propagation. On suppose par ailleurs que l'antenne est un doublet vertical onde courte ou demi-onde.

L'hypothèse a) est identique à celle utilisée par Clarke et Jakes (voir la Note 1) dans la modélisation des canaux à bande étroite. Le même spectre Doppler sera donc obtenu, à savoir:

$$P_n(v) = P(v) = \frac{1}{\pi} \frac{1}{\sqrt{(V/\lambda)^2 - v^2}} \quad \text{pour } |v| < V/\lambda$$

où V est la vitesse du mobile et λ la longueur d'onde de la fréquence porteuse. Le terme classique sert à qualifier ce spectre Doppler.

L'hypothèse b) donne un spectre Doppler pratiquement plat et on a choisi un spectre uniforme, c'est-à-dire:

$$P_n(v) = P(v) = \frac{\lambda}{2V} \quad \text{pour } |v| < V/\lambda$$

Ce spectre Doppler est donc qualifié de uniforme.

NOTE 1 – CLARK, R.H. [1968] A Statistical Theory of Mobile Reception. *BSJT*, Vol. 49, 957-1000.

JAKES, W.C. (Editor) [1974] Microwave Mobile Communications. John Wiley & Sons.

APPENDICE 2
DE L'ANNEXE 2

Calcul de l'effet Doppler pour les satellites

Le présent Appendice porte sur le calcul de l'effet Doppler causé par le mouvement des satellites (non géostationnaires) en orbites circulaires. Des résultats numériques sont donnés à titre d'exemple dans le Tableau 18.

TABLEAU 18

Valeurs maximales de l'effet Doppler pour les LEO et les MEO ($i = 45^\circ$, $B = 0^\circ$)

Type d'orbite	Angle d'élévation minimum (degrés)	Effet Doppler maximum max ($f_{D, Sat}(t)$) (kHz)	Taux Doppler maximum max ($df_{D, Sat}(t)/dt$) (Hz/s)
LEO (800 km)	10	41,4	-371
LEO (800 km)	40	32,2	-371
MEO (10 354 km)	10	9,92	-4
MEO (10 354 km)	40	7,91	-4

La position du satellite en fonction de l'instant peut être exprimée en coordonnées cartésiennes sidérales x, y et z ayant pour point d'origine le centre de la Terre. L'axe des x est dirigé vers le nœud ascendant et l'axe des z vers le nord. On adoptera les désignations suivantes:

T_S : période orbitale du satellite

ω_S : rotation angulaire du satellite
 $= 2\pi / T_S$

ω_E : rotation angulaire de la Terre
 $= 2\pi / 23 \text{ h } 56 \text{ min} = 7,29 \times 10^{-5}/s$

R_E : rayon de la Terre
 $= 6\,378 \text{ km}$

h : altitude de l'orbite (km)
 $= 331,25 (T_S / 60)^{2/3} - R_E$

a : rayon orbital
 $= R_E + h$

i : inclinaison orbitale

u_0 : angle de l'orbite du satellite à $t = 0$

f_c : fréquence porteuse.

Avec l'angle orbital $\theta_S(t) = u_0 + \omega_S(t)$, les coordonnées du satellite sont données par:

$$x_S(t) = a \cos \theta_S(t)$$

$$y_S(t) = a \cos i \sin \theta_S(t) \tag{1}$$

$$z_S(t) = a \sin i \sin \theta_S(t)$$

Les coordonnées de l'utilisateur sont déterminées par sa latitude B et sa longitude L . En admettant qu'à l'instant $t = 0$, la longitude 0° coïncide avec le nœud ascendant, l'angle de longitude variable dans le temps de l'utilisateur est $\theta_E(t) = L + \omega_E(t)$ et les coordonnées de l'utilisateur sont:

$$\begin{aligned} x_E(t) &= R_E \cos B \cos \theta_E(t) \\ y_E(t) &= R_E \cos B \sin \theta_E(t) \\ z_E(t) &= R_E \sin B \end{aligned} \quad (2)$$

La distance oblique en fonction du temps est égale à:

$$s(t) = |\vec{x}_S(t) - \vec{x}_E(t)| = \sqrt{a^2 + R_E^2 - 2a R_E \cos \varphi(t)} \quad (3)$$

où φ désigne l'angle entre $\vec{x}_S$ et $\vec{x}_E$, et

$$\cos \varphi(t) = \cos B \cos \theta_S(t) \cos \theta_E(t) + \cos i \cos B \sin \theta_S(t) \sin \theta_E(t) + \sin i \sin B \sin \theta_S(t) \quad (4)$$

L'effet Doppler variable dans le temps est déterminé par

$$\begin{aligned} v_{sat} &= -\frac{f_c}{c} \cdot \frac{ds(t)}{dt} \\ &= \frac{f_c}{c} \cdot \frac{a R_E}{s(t)} \left[(\omega_E \cos i - \omega_S) \cos B \cos \theta_S(t) + \right. \\ &\quad \left. + (\omega_S \cos i - \omega_E) \cos B \cos \theta_S(t) \sin \theta_E(t) + \omega_S \sin i \sin B \cos \theta_S(t) \right] \end{aligned} \quad (5)$$

L'angle d'élévation variable dans le temps est déterminé par:

$$\varepsilon(t) = \arcsin \left(\frac{\vec{x}_E(t) \cdot (\vec{x}_S(t) - \vec{x}_E(t))}{R_E \cdot s(t)} \right) = \arcsin \left(\frac{a \cos \varphi(t) - R_E}{s(t)} \right) \quad (6)$$

Ci-après, on considère une situation où le satellite passe directement au-dessus de la position de l'utilisateur (le passage se produit à l'instant $t = 0$). Ce devrait être une assez bonne approximation pour le cas le plus défavorable en ce qui concerne l'effet Doppler. La latitude de l'utilisateur peut être choisie dans la gamme $-B_{max} \leq B \leq B_{max}$, avec:

$$B_{max} = \min \{i, 180^\circ - i\} \quad (7)$$

Afin que le passage se produise à l'instant $t = 0$, les phases initiales $u_{0,1}$ pour le passage ascendant et $u_{0,2}$ pour le passage descendant sont égales à:

$$\begin{aligned} u_{0,1} &= \arcsin \left(\frac{\sin B}{\sin i} \right) \\ u_{0,2} &= \pi - u_{0,1} \end{aligned} \quad (8)$$

et les longitudes d'utilisateur correspondantes sont égales à:

$$\begin{aligned} L_1 &= \arcsin \left(\frac{\tan B}{\tan i} \right) \\ L_2 &= \begin{cases} 180^\circ - L_1 & \text{pour } i \leq 90^\circ \\ -180^\circ - L_1 & \text{pour } i > 90^\circ \end{cases} \end{aligned} \quad (9)$$

La distance oblique, l'effet Doppler et le site peuvent maintenant être évalués à partir des formules (3), (5) et (6). A l'instant du passage, on a $\varphi = 0$, $s = h$, $f_{D, Sat} = 0$ et $\varepsilon = 90^\circ$.

En bonne approximation, l'effet Doppler maximum se produit lorsque le satellite apparaît sous l'angle d'élévation minimum ε_{min} . L'effet Doppler est quasiment indépendant de la latitude de l'utilisateur, B .

ANNEXE 3

Procédures d'évaluation détaillées**Introduction**

On trouvera dans la présente Annexe une liste des attributs techniques à prendre en considération pour évaluer les RTT par rapport à chaque critère, avec une indication de l'effet que peuvent avoir ces attributs sur les différents critères. D'autres renseignements soumis sur la base du formulaire de l'Annexe 1 ou des informations pertinentes supplémentaires pourront être pris en compte au cours de l'évaluation. L'évaluation décrite dans la présente Annexe doit être effectuée sur la base des modèles de mise en place de l'Annexe 2. L'évaluation de la qualité de fonctionnement des RTT doit être fondée sur un ensemble commun d'hypothèses de paramètres vérifiables pour tous les critères d'évaluation et pour chaque environnement d'essai; si les conditions changent, les descriptions techniques doivent l'expliquer. La présente Annexe précise si les attributs peuvent être décrits qualitativement (q) ou quantitativement (Q).

Lorsqu'on évalue plus d'une RTT potentielle, il est utile de disposer des résumés d'évaluation pour chaque critère d'évaluation. De tels résumés d'évaluation de critères peuvent être difficiles à faire lorsqu'il faut prendre en compte des attributs qualitatifs et des attributs quantitatifs et lorsque l'importance relative de chaque attribut technique diffère selon les critères d'évaluation généraux.

Pour faciliter ce type de résumé d'évaluation de critères, les différents attributs techniques de chaque critère d'évaluation sont affectés d'un niveau d'importance ou d'une note allant de G1 (le plus important) à G4 (le moins important). La notation de certains attributs peut être différente selon l'environnement d'essai, en particulier s'agissant de l'environnement satellite. Les notes sont fondées sur des besoins commerciaux actuellement prévus dans certains pays. Il est entendu que ces besoins peuvent varier selon les pays dans lesquels les IMT-2000 pourraient être mis en place et peuvent également varier durant la période d'évaluation des RTT. Il est par ailleurs reconnu que certains nouveaux attributs techniques ou éléments importants identifiés durant la procédure d'évaluation pourraient avoir une incidence sur les résumés d'évaluation de critères. En tant que tels, les groupes d'évaluation peuvent, le cas échéant, modifier la notation des attributs techniques ou ajouter de nouveaux attributs ou éléments, lorsqu'ils font les résumés d'évaluation de critères. Par conséquent, tous les groupes d'évaluation sont invités à fournir, dans les rapports d'évaluation, des renseignements sur les résumés d'évaluation de critères, en indiquant notamment l'importance relative accordée à chaque attribut technique et les autres éléments ayant influé sur ces évaluations.

La méthode d'évaluation fait l'objet du § 9.

Index	Critères et attributs	Q ou q	Note	Attributs connexes dans l'Annexe 1
A3.1	Efficacité d'utilisation du spectre Les rubriques ci-après sont prises en compte dans l'évaluation de l'efficacité d'utilisation du spectre:			
A3.1.1	Pour l'environnement de Terre			
A3.1.1.1	Capacité de trafic téléphonique (E/MHz/cellule) dans une largeur de bande non contiguë assignée disponible totale de 30 MHz (15 MHz aller/15 MHz retour) pour le mode DRF ou largeur de bande contiguë de 30 MHz pour le mode DRT. Ce paramètre doit être utilisé pour un circuit support téléphonique continu générique commun ayant un débit binaire de 8 kbit/s et un TEB moyen de 1×10^{-3} ainsi que pour tout autre circuit support téléphonique inclus dans la proposition qui respecte les prescriptions en matière de qualité (en supposant une valeur de 50% pour la détection d'activité vocale lorsqu'il est utilisé). Aux fins de comparaison, toutes les mesures devraient supposer l'utilisation des modèles de mise en place de l'Annexe 2, avec un taux de blocage de 1%. Les descriptions devraient être cohérentes avec celles faites au titre du critère du § 6.1.7 (efficacité de couverture/rendement de puissance). Les autres hypothèses ainsi que le contexte des calculs doivent être fournis, y compris des renseignements détaillés sur les codecs de parole facultatifs éventuellement envisagés.	Q et q	G1	A1.3.1.5.1

A3.1.1.2	Capacité d'information (Mbit/MHz/cellule) dans une largeur de bande non contiguë assignée disponible totale de 30 MHz (15 MHz aller/15 MHz retour) pour le mode DRF ou largeur de bande contiguë de 30 MHz pour le mode DRT. La capacité d'information doit être calculée pour chaque service ou mélange de trafic soumis aux essais pour les environnements d'essai appropriés. C'est la seule mesure utilisée pour les services multimédias ou pour des catégories de services utilisant plusieurs débits binaires de codage de la parole. La capacité d'information est le débit binaire d'utilisateur total instantané de tous les usagers actifs sur tous les canaux du système cellule par cellule. Si le trafic d'utilisateur (téléphonie et/ou données) est asymétrique et que le système peut en tirer parti pour améliorer sa capacité, il faudrait décrire qualitativement cette caractéristique aux fins de l'évaluation.	Q et q	G1	A1.3.1.5.2
A3.1.2	Pour l'environnement satellites Les valeurs qui suivent (§ A3.1.2.1 et A3.1.2.2) supposent l'utilisation des conditions de simulation exposées dans l'Annexe 2. La première définition est utile pour comparer des systèmes ayant des débits de voie d'utilisateur identiques. La deuxième est intéressante pour comparer des systèmes ayant des débits de voie téléphonique et de données différents.			
A3.1.2.1	Capacité téléphonie – information par largeur de bande RF requise (bit/s/Hz)	Q	G1	A1.3.2.3.1
A3.1.2.2	Capacité téléphonie plus information de données par largeur de bande RF requise (bit/s/Hz)	Q	G1	A1.3.2.3.2
A3.2	Complexité technique – Incidence sur les coûts d'installation et d'exploitation Les éléments donnés au titre du critère du § 6.1.2 (complexité technique) s'appliquent uniquement à l'infrastructure, stations de base comprises (la qualité de fonctionnement des portables est examinée ailleurs).			
A3.2.1	Nécessité d'une limitation de l'écho La nécessité d'une limitation de l'écho est affectée par le temps de propagation aller-retour, lequel est calculé comme indiqué sur la Fig. 6. A propos de cette figure, il convient de considérer le temps de propagation aller-retour avec le retard causé par le vocodeur (D_1, ms) ainsi que sans ce retard (D_2, ms) NOTE 1 – Le retard du codec devrait être celui spécifié par l'UIT-T pour le circuit support téléphonique générique courant; si des codecs facultatifs sont proposés, donner des renseignements à leur sujet également.	Q	G4	A1.3.7.2 A1.3.7.3
A3.2.2	Puissance de l'émetteur et prescriptions en matière de linéarité du système. NOTE 1 – La p.i.r.e. du satellite ne convient pas à l'évaluation et à la comparaison des RTT car elle dépend beaucoup de l'orbite des satellites. Les attributs de la RTT indiqués dans ce paragraphe ont une incidence sur le coût et la complexité des systèmes et ont un effet favorable car ils entraînent une amélioration de la qualité globale de fonctionnement pour d'autres critères d'évaluation. Ces attributs sont les suivants.			
A3.2.2.1	Puissance de crête d'émission par porteuse (P_b) (non applicable au satellite) La puissance de crête d'émission pour la station de base devrait être prise en considération parce qu'une puissance basse concourt à diminuer les coûts. A noter que P_b peut varier en fonction de l'application de l'environnement d'essai. C'est la même puissance de crête d'émission qui est supposée dans l'Annexe 2, Formulaire de bilan de liaison (Tableau 6).	Q	G1	A1.2.16.2.1
A3.2.2.2	Amplificateur de puissance à large bande (non applicable au satellite) Un amplificateur de puissance à large bande est-il utilisé ou nécessaire? Si oui, quelles sont les prescriptions en matière de puissance émise de crête et moyenne (W).	Q	G1	A1.4.10 A1.2.16.2.1 A1.2.16.2.2 A1.5.5 A1.2.5
A3.2.2.3	Caractéristiques linéaires de l'émetteur de la station de base et de l'amplificateur à large bande (non applicables au satellite)			

A3.2.2.3.1	L'émission/le brouillage par le canal adjacent et l'intermodulation affectent la capacité et la qualité de fonctionnement du système. Décrire ces caractéristiques ainsi que la linéarité et le filtrage de l'émetteur de la station de base et de l'amplificateur de puissance à large bande nécessaires pour obtenir les résultats voulus.	q	G3	A1.4.2 A1.4.10
A3.2.2.3.2	Indiquer également le rapport entre la puissance de crête et la puissance moyenne à la sortie de l'émetteur pour l'émetteur de base et pour l'amplificateur de puissance à large bande (le cas échéant), étant donné qu'un rapport élevé exige une plus grande linéarité, une plus forte dissipation de la chaleur et entraîne un coût plus élevé.	Q et q	G2	A1.4.10 A1.2.16.2.1 A1.2.16.2.2
A3.2.2.4	Prescriptions en matière de linéarité du récepteur (non applicables au satellite) Une linéarité du récepteur de la station de base est-elle nécessaire? Si oui, indiquer la gamme dynamique du récepteur requise et l'impact des variations d'entrée des signaux dépassant cette gamme, par exemple perte de sensibilité et blocage.	q	G4	A1.4.11 A1.4.12
A3.2.3	Caractéristiques de la régulation de puissance (non applicables au satellite) La RTT proposée utilise-t-elle la régulation de puissance de l'émetteur? Si oui, est-elle utilisée dans les liaisons aller comme retour? Indiquer la gamme de régulation de puissance, le pas en dB et la précision requise, le nombre de pas possibles et le nombre de cycles de régulation de puissance par seconde, car ces éléments affectent la complexité technique des BS.	Q et q	G4	A1.2.22 A1.2.22.1 A1.2.22.2 A1.2.22.3 A1.2.22.4 A1.2.22.5
A3.2.4	Isolation émission/réception nécessaire (non applicable au satellite) Si la DRF est utilisée, préciser la caractéristique constatée et comment elle est obtenue.	q	G3	A1.2.2 A1.2.2.2 A1.2.2.1
A3.2.5	Prescriptions en matière de traitement numérique des signaux			
A3.2.5.1	Le traitement numérique des signaux peut constituer une part importante du matériel pour certaines propositions d'interfaces radioélectriques. Il peut avoir une incidence sur le coût, la taille, le poids et la consommation d'énergie de la BS et sur des facteurs secondaires comme la régulation thermique et la fiabilité. Les circuits numériques associés aux interfaces réseau ne devraient pas tous être inclus. Toutefois, des prescriptions spéciales en matière d'interfaçage avec ces fonctions devraient être incluses. Le présent paragraphe de l'évaluation devrait consister en une analyse de la description détaillée des prescriptions en matière de traitement numérique des signaux (caractéristiques de qualité de fonctionnement, architecture, algorithmes, etc.) afin d'en estimer l'impact sur la complexité des BS. L'évaluation devrait au moins consister en un examen des valeurs estimées du traitement des signaux (millions d'opérations par seconde, mémoire nécessaire, nombre de portes) nécessaires pour la démodulation, l'égalisation, le codage des canaux, la correction d'erreur, le traitement en diversité (récepteurs Rake compris), le traitement des réseaux d'antennes adaptables, la modulation, les convertisseurs analogique-numérique et numérique-analogique, le multiplexage et le filtrage aux fréquences intermédiaires et en bande de base. D'autres prescriptions (les transformations de Fourier rapides, par exemple) pourront être nécessaires pour les nouvelles techniques. Les mises en œuvre précises sont susceptibles de varier, mais de bonnes descriptions types devraient permettre de comparer le coût relatif, la complexité et la consommation d'énergie des différentes RTT possibles ainsi que la taille et le poids des circuits. Les descriptions devraient permettre aux évaluateurs de vérifier les paramètres de traitement des signaux (millions d'opérations par seconde, mémoire, nombre de portes, etc.) fournis par l'entreprise qui propose la RTT.	Q et q	G2	A1.4.13

A3.2.5.2	Quel est le codage des canaux/traitement des erreurs pour les liaisons aller et retour? Fournir des renseignements détaillés et s'assurer que les particularités de la mise en œuvre sont décrites et que leur impact est pris en compte dans les prescriptions en matière de traitement numérique des signaux décrites au § A3.2.5.1.	q	G4	A1.2.12 A1.4.13
A3.2.6	Systèmes d'antennes La mise en œuvre des systèmes d'antennes spécialisés risque certes d'accroître la complexité et le coût du système global, mais peut aussi améliorer l'efficacité d'utilisation du spectre (par exemple, antennes intelligentes), la qualité (par exemple, diversité), et réduire les coûts de mise en place du système (par exemple, antennes éloignées, antennes avec ligne à fuite). NOTE 1 – Pour la composante satellites, la diversité indique le nombre de satellites en jeu; les autres attributs d'antenne ne s'appliquent pas.			
A3.2.6.1	<i>Diversité</i> : décrire les systèmes de diversité utilisés (y compris les systèmes à micro et macro diversité). Indiquer également l'ampleur de l'amélioration escomptée et le nombre d'antennes et de récepteurs supplémentaires nécessaires pour mettre en œuvre le système de diversité proposé en sus des antennes équidirectives.	Q	G2	A1.2.23 A1.2.23.1 A1.2.23.2
A3.2.6.2	<i>Antennes distantes</i> : décrire si, et de quelle manière, des systèmes d'antennes distants peuvent être utilisés pour étendre la couverture aux zones à faible densité de trafic.	q	G2	A1.3.6
A3.2.6.3	<i>Antennes réparties</i> : décrire si, et de quelle manière, de telles antennes sont utilisées.	q	G3	A1.3.6
A3.2.6.4	<i>Antenne unique</i> : décrire les systèmes d'antennes supplémentaires nécessaires ou facultatifs pour le système proposé (modelage de faisceau, ligne de fuite, etc.). Préciser l'avantage ou l'application du système d'antennes.	q	G4	A1.3.6
A3.2.7	Prescriptions en matière de synchronisation de fréquences/synchronisation de la station de base. La RTT proposée a-t-elle besoin d'une synchronisation émetteur de la station de base et/ou station de réception ou d'une synchronisation des bits de station de base à station de base? Si oui, préciser les conditions de stabilité de fréquence à long terme (un an) ainsi que la synchronisation requise de bit à bit. Décrire les moyens d'y arriver.	Q et q	G3	A1.4.1 A1.4.3
A3.2.8	Le nombre d'utilisateurs par porteuse/canal de fréquences RF que la RTT proposée peut supporter une incidence sur le coût total, notamment en raison de l'augmentation des besoins de trafic support ou parce que la densité de trafic géographique varie beaucoup dans le temps. Préciser le nombre maximal de canaux d'utilisateur qui peuvent être assurés tout en respectant les objectifs de qualité de transmission définis dans la Recommandation UIT-T G.726 pour le trafic téléphonique.	Q	G1	A1.2.17
A3.2.9	Prescriptions en matière de mise en œuvre/installation de la station de base (non applicables au satellite) Les dimensions, le montage, le type d'antenne et la hauteur de la station de base peuvent varier sensiblement en fonction de la dimension des cellules, de la conception de la RTT et de l'environnement d'application. Examiner l'incidence positive ou négative sur la complexité et le coût du système.	q	G1	A1.4.17
A3.2.10	Complexité du transfert Conformément aux objectifs de qualité de transfert définis dans le critère du § 6.1.3, décrire comment le transfert des utilisateurs est mis en œuvre pour les services téléphoniques et de transmission de données et son incidence globale sur le coût et la complexité de l'infrastructure.	Q et q	G1	A1.2.24 A1.4.6.1

A3.3	Qualité			
A3.3.1	Procédure de reconnexion transparente en cas de perte de communications La perte de communications peut résulter d'un effet d'occultation ou d'un affaiblissement rapide des signaux. Les interfaces aériennes utilisant une procédure de reconnexion transparente (la même que celle employée pour le transfert) limitent la perte de communications, ce que ne font pas les RTT qui nécessitent une procédure de reconnexion sensiblement différente de celle utilisée pour le transfert.	q	G2	A1.4.14
A3.3.2	Temps de propagation aller-retour D1 (avec vocodeur) (ms) et D2 (sans vocodeur) (ms) – voir la Fig. 6. NOTE 1 – Le retard dû au codec devrait être tel que spécifié par l'UIT-T pour le circuit support téléphonique générique courant; si des codecs facultatifs sont proposés, donner également des renseignements à leur sujet. (Pour la composante satellites, le temps de propagation par satellite n'est pas inclus.)	Q	G2	A1.3.7.1 A1.3.7.2
A3.3.3	Qualité de transfert/transfert automatique de la liaison radioélectrique Le transfert entre commutateurs/dispositifs de commande a une influence directe sur la qualité du service téléphonique. La qualité de fonctionnement en cours de transfert, la durée d'interruption minimale et le nombre moyen de transferts sont des questions clés.	Q	G2	A1.2.24 A1.2.24.1 A1.2.24.2 A1.4.6.1
A3.3.4	Qualité du transfert (transmission de données) L'incidence du transfert sur la qualité de la transmission de données devrait être évaluée quantitativement.	Q	G3	A1.2.24 A1.2.24.1 A1.2.24.2 A1.4.6.1
A3.3.5	Débit binaire d'utilisateur maximal (transmission de données) (kbit/s) Plus le débit binaire d'utilisateur est élevé, plus la qualité de la transmission de données peut être élevée (service vidéo de haute qualité, par exemple) du point de vue de l'utilisateur.	Q	G1	A1.3.3
A3.3.6	Regroupement des canaux pour obtenir un débit binaire d'utilisateur plus élevé. La méthode utilisée pour regrouper les canaux afin d'offrir des services à débit binaire plus élevé doit également faire l'objet d'une évaluation qualitative.	q	G4	A1.2.32
A3.3.7	Qualité téléphonique La Recommandation UIT-R M.1079 dispose que la qualité téléphonique sans erreurs des IMT-2000 devrait être équivalente à ce que prévoit la Recommandation UIT-T G.726 (32 kbit/s MICDA) avec une qualité de fonctionnement souhaitée conforme à la Recommandation UIT-T G.711 (64 kbit/s MIC). NOTE 1 – Une qualité téléphonique équivalant à la qualité prévue par la Recommandation UIT-T G.726 sans erreurs avec une dégradation maximale de la note moyenne d'opinion de 0,5 en présence d'un taux d'effacement de trames de 3% pourrait être une caractéristique requise.	Q et q	G1	A1.2.19 A1.3.8
A3.3.8	Qualité de fonctionnement en présence d'une surcharge du système (non applicable aux satellites) Évaluer l'incidence, en termes de blocage et de qualité du fonctionnement du système, sur les cellules principales et adjacentes d'une surcharge correspondant par exemple à 125%, 150%, 175% et 200% de la charge complète. Évaluer également les autres effets éventuels d'une surcharge.	Q et q	G3	A1.3.9.1

A3.4	Souplesse des techniques radioélectriques			
A3.4.1	Aspects services			
A3.4.1.1	Possibilités de débit binaire d'utilisateur variable Les applications avec débit binaire d'utilisateur variable peuvent consister en: – codage des signaux adaptables en fonction de la qualité des signaux RF; – débit du codeur téléphonique adaptable en fonction de la charge de trafic pour autant que la qualité prévue par la Recommandation UIT-T G.726 soit obtenue; – débit de données variable en fonction de l'application d'utilisateur; – utilisation téléphone/données variable en fonction des combinaisons de trafic nécessaires. Il convient de se poser les questions importantes suivantes: – Comment le débit binaire variable est-il assuré? – Quelles sont les limitations? Par les renseignements techniques fournis, citons: – la gamme des débits de données possibles; – le taux de variation (ms).	q et Q	G2	A1.2.18 A1.2.18.1
A3.4.1.2	Effet Doppler maximal admissible (F_d (Hz)) pour lequel les conditions de qualité téléphone/données sont satisfaites (composante de Terre uniquement). Renseignement technique fourni: F_d.	q et Q	G3	A1.3.1.4
A3.4.1.3	Méthode de compensation de l'effet Doppler (composante satellites uniquement) Quelle est la méthode de compensation Doppler et quel est l'effet Doppler résiduel après compensation?	Q et q	G3	A1.3.2.2
A3.4.1.4	Quelle est l'incidence de la valeur maximale admissible de l'étalement du temps de propagation de la technique proposée sur la souplesse (par exemple, possibilité de s'adapter à de très grandes vitesses de mobiles)?	q	G3	A1.3.1.3 A1.2.14 A1.2.14.1 A1.2.14.2 A1.3.10
A3.4.1.5	Débit binaire d'information d'utilisateur maximum, R_u (kbit/s) Quelle est la souplesse possible des services offerts aux usagers? Quelle est la limitation du nombre d'utilisateurs pour chaque service? (Par exemple, pas plus de deux utilisateurs à 2 Mbit/s en même temps.)	Q et q	G2	A1.3.3 A1.3.1.5.2 A1.2.31 A1.2.32
A3.4.1.6	Possibilité de débit du vocodeur multiple – variabilité du débit binaire, – variabilité du temps de propagation, – variabilité de la protection contre les erreurs.	Q et q	G3	A1.2.19 A1.2.19.1 A1.2.7 A1.2.12
A3.4.1.7	Possibilités de services multimédias Les entreprises proposant des RTT devraient décrire comment les services multimédias sont assurés. L'évaluation devrait porter sur: – les limitations possibles (débits de données, nombre de circuits supports), – la possibilité d'attribuer des circuits supports supplémentaires en cours de communication, – les contraintes liées au transfert.	Q et q	G1	A1.2.21 A1.2.20 A1.3.1.5.2 A1.2.18 A1.2.24 A1.2.30 A1.2.30.1
A3.4.2	Planification			
A3.4.2.1	Questions liées au spectre			

A3.4.2.1.1	Souplesse d'utilisation de la bande de fréquences Les entreprises devraient fournir les renseignements pertinents voulus (par exemple, attribution de sous-porteuses sans contraintes, fourniture de services asymétriques, utilisation de bandes non appariées).	q	G1	A1.2.1 A1.2.2 A1.2.2.1 A1.2.3 A1.2.5.1
A3.4.2.1.2	Capacité de partage de fréquences L'entreprise proposant la RTT devrait indiquer comment la bande de fréquences attribuée à l'échelle mondiale peut être partagée entre exploitants dans la même région. Les aspects suivants peuvent être précisés: – moyens de partage du spectre entre opérateurs dans la même région, – bande de garde entre opérateurs en cas de partage fixe.	q et Q	G4	A1.2.26
A3.4.2.1.3	Bande de fréquences minimale nécessaire pour exploiter le système dans de bonnes conditions Renseignements techniques à fournir: – incidence du système de réutilisation des fréquences, – largeur de bande nécessaire pour écouler un débit de données de crête élevé.	Q et q	G1	A1.2.1 A1.4.15 A1.2.5
A3.4.2.2	Planification des ressources radioélectriques			
A3.4.2.2.1	Attribution des ressources radioélectriques Les entreprises et les évaluateurs devraient se concentrer sur les besoins et les contraintes imposés par la technique proposée. Plus particulièrement, les aspects suivants devraient être pris en considération: – Quelles sont les méthodes utilisées pour assurer la souplesse de l'attribution et de la planification des ressources radioélectriques? – Quelles sont les conséquences sur le réseau (synchronisation des stations de base, signalisation, etc.)? – Autres aspects. Exemples de fonctions ou type de planification nécessaire qui peuvent être assurés par la technique proposée: – attribution dynamique des canaux, – sauts de fréquence, – planification de code, – planification temporelle, – planification de fréquences entrelacées. NOTE 1 – L'utilisation du canal deuxième-adjacent au lieu du canal adjacent à une cellule d'un groupe voisin est appelée «planification de fréquences entrelacées». Dans certains cas, aucune fonction particulière n'est nécessaire (par exemple, réutilisation des fréquences = 1).	q	G2	A1.2.25 A1.2.27 A1.4.15
A3.4.2.2.2	Capacité d'adaptation à des conditions différentes et/ou variables dans le temps (par exemple, propagation, trafic) Comment la technologie proposée permet-elle de faire face à des conditions de propagation et/ou de trafic variables? Exemples de fonctions d'adaptation que peut offrir la technique proposée: – attribution dynamique des canaux, – adaptation de la liaison, – régulation de puissance rapide, – adaptation à des étalements de temps de propagation importants. Certains aspects des possibilités d'adaptation peuvent être propres à la RTT.	q	G2	A1.3.10 A1.2.27 A1.2.22 A1.2.14
A3.4.2.3	Architecture à cellules mixtes (non applicable à la composante satellites)			

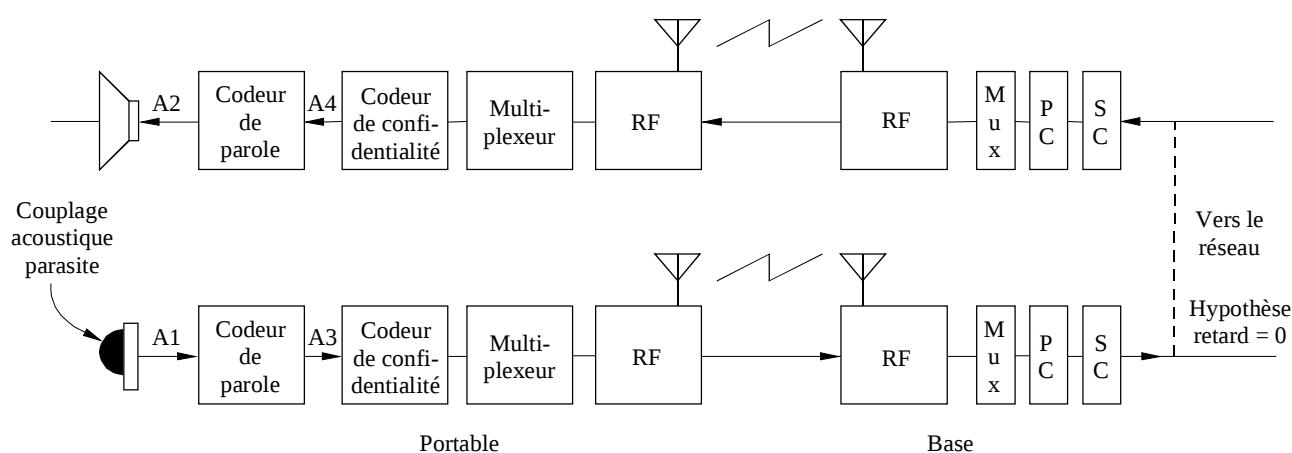
A3.4.2.3.1	Gestion des fréquences entre différentes couches Quel type de planification est nécessaire pour gérer les fréquences entre les différentes couches? Par exemple: – séparation fixe, – séparation dynamique, – possibilité d'utiliser les mêmes fréquences entre différentes couches. Renseignements techniques possibles: – bande de garde.	q et Q	G1	A1.2.28 A1.4.15
A3.4.2.3.2	Adaptation de l'utilisateur à l'environnement Quelles sont les contraintes inhérentes à la gestion des utilisateurs entre les différentes couches de cellules? Par exemple: – contraintes concernant le transfert entre différentes couches, – adaptation aux couches de cellules selon les services, la rapidité des mobiles et la puissance des mobiles.	q	G2	A1.2.28 A1.3.10
A3.4.2.4	Accès fixe sans fil			
A3.4.2.4.1	Les entreprises qui proposent des RTT devraient indiquer si cette technique convient bien à l'environnement avec accès fixe sans fil. Il faudra évaluer, entre autres (non applicable à la composante satellites): – la capacité de mettre facilement en place de petites stations de base, – l'utilisation de répéteurs, – l'utilisation de grandes cellules, – la capacité d'admettre des usagers fixes et des usagers mobiles à l'intérieur d'une cellule, – la simplification des réseaux et de la signalisation.	q	G4	A1.1.3 A1.3.5 A1.4.17 A1.4.7 A1.4.7.1
A3.4.2.4.2	Utilisation possible d'antennes adaptables (la technique est-elle bien adaptée?) (non applicable à la composante satellites) La RTT convient-elle à la mise en place d'antennes adaptables? Si oui, indiquer la raison.	q	G4	A1.3.6
A3.4.2.4.3	Possibilité de transition par rapport au système existant	q	G1	A1.4.16
A3.5	Incidence sur l'interface réseau			
A3.5.1	Examiner les prescriptions en matière de synchronisation par rapport aux interfaces réseaux. <i>Cas le plus favorable:</i> pas d'adaptation spéciale nécessaire pour assurer la synchronisation. <i>Cas le plus défavorable:</i> adaptation spéciale pour la synchronisation nécessaire, par exemple, équipement supplémentaire à la station de base ou examen particulier en vue de certaines installations.	q	G4	A1.4.3
A3.5.2	Examen de la capacité des RTT à minimiser l'implication de l'infrastructure du réseau dans le transfert de cellules. <i>Cas le plus favorable:</i> le transfert ne suppose l'intervention ni du RTPC/RNIS ni du commutateur mobile. <i>Cas le plus défavorable:</i> une intervention du réseau de lignes terrestres est indispensable pour le transfert.	q	G3	A1.2.24 A1.4.6.1
A3.5.3	Transparence des fonctions lignes terrestres			
A3.5.3.1	Examen des modifications de réseau nécessaires pour que la RTT offre l'ensemble normalisé de services supports RNIS. <i>Cas le plus favorable:</i> aucune modification n'est nécessaire. <i>Cas le plus défavorable:</i> importantes modifications nécessaires, par exemple fonctions d'interfonctionnement.	q	G1	A1.4.7.1

A3.5.3.2	Examen de l'ampleur de la participation du RTPC/RNIS aux fonctions de commutation. <i>Cas le plus favorable:</i> la totalité de la commutation des communications est traitée par le RTPC/RNIS. <i>Cas le plus défavorable:</i> un commutateur mobile séparé est nécessaire.	q	G2	A1.4.6 A1.4.8
A3.5.3.3	Examiner la profondeur et la durée des évanouissements qui entraîneraient la perte d'une communication vers le réseau RTPC/RNIS. L'aptitude des RTT à réduire le plus possible la perte de communications pourrait être assurée par des techniques comme la reconnexion transparente.	Q et q	G3	A1.2.24 A1.4.14
A3.5.3.4	Examiner la quantité et le type d'interfaces réseaux nécessaires pour la RTT sur la base du modèle de mise en place utilisé pour l'efficacité d'utilisation du spectre et le rendement de couverture. L'évaluation devrait englober les connexions nécessaires pour le trafic, la signalisation et la commande ainsi que toutes caractéristiques particulières comme le transfert souple ou la diffusion simultanée.	Q	G2	A1.2.30 A1.2.30.1 A1.4.9
A3.6	Possibilité d'optimisation de la qualité de fonctionnement des portables			
A3.6.1	Isolation entre l'émetteur et le récepteur L'isolation entre l'émetteur et le récepteur a une incidence sur la taille et le poids du portable.	Q	G2	A1.2.2 A1.2.2.1 A1.2.2.2
A3.6.2	Sortie de puissance moyenne du terminal P_0 (mW) Une moindre puissance allonge la durée de vie des batteries et la durée de fonctionnement.	Q	G2	A1.2.16.1.2
A3.6.3	Le temps de propagation aller-retour du système a une incidence sur l'ampleur de l'isolation acoustique nécessaire entre le microphone du portable et les éléments du haut-parleur et, partant, sur les dimensions physiques et la conception mécanique du poste d'abonné. NOTE 1 – Le retard dû au codec devrait être tel que spécifié par l'UIT-T pour le circuit support téléphonique générique courant; si des codecs facultatifs sont proposés, il convient de donner les renseignements à leur sujet. (Pour la composante satellites, le temps de propagation par satellite n'est pas inclus.)	Q et q	G2	A1.3.7 A1.3.7.1 A1.3.7.2 A1.3.7.3
A3.6.4	Puissance d'émission de crête	Q	G1	A1.2.16.1.1
A3.6.5	Caractéristiques de la régulation de puissance La RTT proposée utilise-t-elle la régulation de puissance de l'émetteur? Si oui, est-elle utilisée sur les liaisons aller comme retour? Indiquer la gamme de régulation de puissance, le pas en dB et la précision requise, le nombre de pas possibles et le nombre de cycles de régulation de puissance par seconde, car ces éléments affectent la complexité technique des MS.			
A3.6.5.1	Gamme dynamique de la régulation de puissance Une gamme dynamique de régulation de puissance plus importante permet d'allonger la durée de vie des batteries et la durée d'exploitation.	Q	G3	A1.2.22 A1.2.22.3 A1.2.22.4
A3.6.5.2	Taille des pas, précision et vitesse de régulation de puissance	Q	G3	A1.2.22 A1.2.22.1 A1.2.22.2 A1.2.22.5
A3.6.6	Prescriptions applicables aux émetteurs linéaires	q	G3	A1.4.10
A3.6.7	Prescriptions applicables aux récepteurs linéaires (non applicables aux satellites)	q	G3	A1.4.11
A3.6.8	Gamme dynamique du récepteur Plus la gamme dynamique nécessaire est étroite, moins la complexité de conception est grande.	Q	G3	A1.4.12
A3.6.9	Systèmes de diversité La diversité a un impact sur la complexité et la taille des portables. Si elle est utilisée, décrire le type de diversité et indiquer les deux attributs ci-après.	Q et q	G1	A1.2.23 A1.2.23.1 A1.2.23.2

A3.6.10	Nombre d'antennes	Q	G1	A1.2.23.1
A3.6.11	Nombre de récepteurs	Q	G1	A1.2.23.1
A3.6.12	Stabilité de fréquence Des prescriptions sévères en matière de stabilité de fréquence concourent à la complexité des portables.	Q	G3	A1.4.1.2
A3.6.13	Rapport entre temps d'arrêt et temps de marche.	Q	G1	A1.2.29 A1.2.29.1
A3.6.14	Pas, vitesse de commutation et gamme de fréquences des générateurs de fréquences Des prescriptions sévères en matière de taille des pas, de vitesse de commutation et de gamme de fréquences étendue, concourent à la complexité des portables. En revanche, elles améliorent la souplesse des RTT.	Q	G2	A1.4.5
A3.6.15	Prescriptions en matière de traitement numérique des signaux Le traitement numérique des signaux peut constituer une part importante du matériel pour certaines propositions d'interfaces radioélectriques. Il peut avoir une incidence sur le coût, la taille, le poids et la consommation d'énergie de la station de base et sur des facteurs secondaires comme la régulation thermique et la fiabilité. Les circuits numériques associés aux interfaces réseaux ne devraient pas tous être inclus. Toutefois, des prescriptions spéciales en matière d'interfaçage avec ces fonctions devraient être incluses. La présente section de l'évaluation devrait consister en une analyse de la description détaillée des prescriptions en matière de traitement numérique des signaux, (caractéristiques de qualité de fonctionnement, architecture, algorithmes etc.) afin d'en estimer l'impact sur la complexité des BS. L'évaluation devrait au moins consister en un examen des valeurs estimées du traitement des signaux (millions d'opérations par seconde, mémoire nécessaire, nombre de portes) nécessaires pour la démodulation, l'égalisation, le codage des canaux, la correction d'erreur, le traitement en diversité (récepteurs Rake compris), le traitement des réseaux d'antennes adaptables, la modulation, les convertisseurs analogique-numérique et numérique-analogique, le multiplexage et le filtrage aux fréquences intermédiaires et en bande de base. D'autres prescriptions, (par exemple, les transformations de Fourier rapides), pourront être nécessaires pour les nouvelles techniques. Les mises en œuvre précises sont susceptibles de varier, mais de bonnes descriptions types devraient permettre de comparer le coût relatif, la complexité et la consommation d'énergie des différentes RTT possibles ainsi que la taille et le poids des circuits. Les descriptions devraient permettre aux évaluateurs de vérifier les paramètres de traitement des signaux (millions d'opérations par seconde, mémoire, nombre de portes, etc.) fournis par l'entreprise qui propose la RTT.	Q et q	G1	A1.4.13
A3.7	Efficacité de couverture/rendement de puissance			
A3.7.1	Composante de Terre Efficacité de couverture: – L'efficacité de couverture est prise en compte pour les charges de trafic les plus basses. – On peut déterminer quantitativement l'efficacité de couverture des stations de base en étudiant la limitation de couverture et/ou en calculant la gamme de couverture maximale pour la charge de trafic la plus basse.			
A3.7.1.1	Efficacité de couverture des stations de base Le nombre de stations de base nécessaires pour assurer la couverture voulue lors du lancement du système et lorsque le trafic augmente a un effet important sur le coût. D'après le § 1.3.2 de l'Annexe 2, il faut déterminer l'efficacité de couverture, C (km ² /stations de base), pour les charges de trafic les plus basses. L'entreprise proposant une RTT doit indiquer le contexte du calcul ainsi que la gamme de couverture maximale.	Q	G1	A1.3.1.7 A1.3.1.7.1 A1.3.1.7.2 A1.3.4

A3.7.1.2	Méthode permettant d'améliorer l'efficacité de couverture L'entreprise décrit la technique adoptée pour améliorer l'efficacité de couverture et remédier aux inconvénients. Des systèmes d'antennes distantes peuvent être utilisés pour étendre de manière économique la couverture des véhicules aux zones à faible densité de trafic. Ils peuvent avoir une incidence sur le bilan de liaison, le bruit du système, le temps de propagation et les stratégies de diversité des RTT. Des systèmes d'antennes réparties, analogues aux systèmes d'antennes distantes, interconnectent plusieurs antennes à un port radioélectrique unique via des lignes à large bande. Toutefois, leur application n'est pas nécessairement limitée à la fourniture d'une couverture, ils peuvent aussi être utilisés pour fournir de manière économique une couverture continue des bâtiments dans les applications aux piétons. Leur utilisation peut avoir une incidence sur la synchronisation du système, l'étalement du temps de propagation et le niveau de bruit.	q	G1	A1.3.5 A1.3.6
A3.7.2	Satellite Rendement de puissance normalisé Débit d'information pour chaque rapport puissance requise de la porteuse/densité de bruit compte tenu des caractéristiques données du canal dans les conditions de brouillage données pour la téléphonie. Renseignement d'appui sur le débit binaire d'information pour chaque rapport puissance requise de la porteuse/densité de bruit compte tenu des caractéristiques données du canal dans les conditions de brouillage données pour le trafic mixte voix/données.	Q	G1	A1.3.2.4 A1.3.2.4.1 A1.3.2.4.2

FIGURE 6



D1: temps de propagation entre A1 et A2
D2: temps de propagation entre A3 et A4
Mux: multiplexeur
PC: codeur de confidentialité
SC: codeur de parole