

RECOMMANDATION UIT-R M.1079-2

Exigences imposées à la qualité globale et à la qualité de service pour les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000)

(Question UIT-R 229/8)

(1994-2000-2003)

Résumé

Cette Recommandation définit les exigences de qualité globale (voix/données) et de qualité de service applicables aux réseaux d'accès IMT-2000 compte tenu des prescriptions de qualité de bout en bout. Elle spécifie aussi la qualité globale des connexions/sessions, notamment au niveau du temps d'établissement de la communication, du temps de propagation et de la probabilité de transfert, à laquelle le réseau d'accès IMT 2000 devra satisfaire pour répondre aux attentes du client utilisant un réseau ayant un niveau de performances comparable à celui des réseaux fixes.

1 Introduction

Les IMT-2000 sont des systèmes mobiles de la troisième génération qui donnent accès à un vaste éventail de services de télécommunication assurés par les réseaux de service fixe (par exemple, réseau téléphonique public commuté (RTPC)/RNIS/à protocole Internet (IP)), ainsi qu'à divers services spécifiques aux utilisateurs mobiles.

Les principales caractéristiques des IMT-2000 sont les suivantes:

- une grande similitude de conception à l'échelle mondiale,
- une compatibilité des services au sein des IMT-2000 et avec les réseaux fixes,
- une qualité élevée,
- une station permettant une utilisation mondiale,
- une capacité de mobilité à l'échelle mondiale,
- la possibilité de mettre en œuvre des applications multimédias et une large gamme de services et de terminaux.

Les possibilités offertes par les réseaux IMT-2000 sont continuellement améliorées en tenant compte des tendances du marché et de la technologie.

La présente Recommandation relative à la qualité globale et à la qualité de service (QoS) définit les exigences imposées à la qualité de transmission de la parole et des données, à la qualité des connexions/sessions et à la qualité de fonctionnement de l'interface radioélectrique, qui doivent être satisfaites dans les IMT-2000.

L'Annexe 1 contient des renseignements relatifs à des outils de planification destinés à traiter de la qualité de la transmission de la parole de bout en bout.

2 Objet

La présente Recommandation définit la qualité de transmission de la parole/des données et les exigences en matière de qualité pour les réseaux d'accès IMT-2000 compte tenu des exigences de qualité de bout en bout.

La présente Recommandation donne la liste des Recommandations de base auxquelles il faut se conformer pour:

- obtenir une qualité de transmission de la parole comparable à celle d'un réseau du service fixe en définissant une parole naturelle, exempte de retards ou d'échos excessifs par exemple, afin de permettre aux utilisateurs de converser aisément en utilisant le réseau IMT-2000, tout en tenant compte de tous les types de dégradations prévisibles, telles que celles dues au transcodage et au bruit ambiant; et
- connaître les exigences imposées pour obtenir une qualité globale et une qualité des données acceptables.

La présente Recommandation définit aussi, en termes de temps d'établissement de l'appel, de caractéristiques de temps de propagation et de probabilité de transfert, la qualité d'une connexion/session, qualité à obtenir dans les réseaux d'accès IMT-2000 et que l'utilisateur s'attendra à trouver dans un réseau dont la qualité est comparable à celle d'un réseau du service fixe. Elle traite aussi des interfaces radioélectriques de Terre et des interfaces radioélectriques par satellite définies dans la Recommandation UIT-R M.1457.

3 Structure de la Recommandation

La présente Recommandation spécifie la qualité de transmission de la parole/des données, la qualité des connexions/ sessions, la qualité de transmission des données, les exigences pour les autres services et les exigences de qualité radio. La présente Recommandation décrit plus particulièrement les exigences imposées en matière de QoS pour satisfaire aux conditions de qualité de bout en bout des services des réseaux mobiles hertziens.

4 Documents de référence

Les documents suivants contiennent des renseignements sur les IMT-2000 en liaison avec la présente Recommandation:

Recommandation UIT-R M.816:	Cadre de description 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.1224:	Terminologie des télécommunications mobiles internationales 2000 (IMT-2000)
Recommandation UIT-R M.1225:	Directives d'évaluation des technologies de transmission radioélectrique pour les IMT-2000
Recommandation UIT-R M.1311:	Cadre de description de la modularité et de la communauté de conception au sein des IMT-2000

- Recommandation UIT-R M.1457: Spécifications détaillées des interfaces radioélectriques 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 et valeurs cibles de niveau de service de réseau pour les services mobiles terrestres publics à commutation de circuits
- Recommandation UIT-T E.800: Termes et définitions relatifs à la qualité de service et à la qualité de fonctionnement du réseau, y compris la sûreté de fonctionnement
- Recommandation UIT-T F.116: Fonctionnalités de service et dispositions d'exploitation des télécommunications IMT-2000
- Recommandation UIT-T G.107: Le modèle E, modèle de calcul utilisé pour la planification de la transmission
- Recommandation UIT-T G.114: Temps de transmission dans un sens
- Recommandation UIT-T G.131: Réduction de l'écho pour le locuteur
- Recommandation UIT-T G.173: Aspects relatifs à la planification de la transmission du service téléphonique dans les réseaux mobiles terrestres publics
- Recommandation UIT-T G.174: Objectif 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 G.726: Modulation par impulsions et codage différentiel adaptatif (MICDA) à 40, 32, 24, 16 kbit/s
- Recommandation UIT-T G.728: Codage de la parole à 16 kbit/s en utilisant la prédiction à faible délai avec excitation par code
- Recommandation UIT-T G.729: Codage de la parole à 8 kbit/s par prédiction linéaire avec excitation par séquences codées à structure algébrique conjuguée
- Recommandation UIT-T G.1010: Catégories de qualité de service multimédia pour l'utilisateur final
- Recommandation UIT-T P.79: Calcul des équivalents pour la sonie des postes téléphoniques
- Recommandation UIT-T P.313: Caractéristiques de transmission des terminaux numériques mobiles ou sans cordon
- Recommandation UIT-T P.800: Méthodes d'évaluation subjective de la qualité de transmission
- Recommandation UIT-T P.830: Evaluation subjective de la qualité des codecs numériques à bande téléphonique et à large bande
- Recommandation UIT-T P.831: Evaluation subjective de la qualité de fonctionnement des annuleurs d'écho de réseau

Recommandation UIT-T P.862:	Evaluation de la qualité vocale perçue: méthode objective d'évaluation de la qualité vocale de bout en bout des codecs vocaux et des réseaux téléphoniques à bande étroite
Recommandation UIT-T Q.1701:	Cadre général des réseaux IMT-2000
Recommandation UIT-T Q.1711:	Modèle fonctionnel réseau pour les IMT-2000
Recommandation UIT-T Y.1540:	Service de communication des données par protocole Internet – Paramètres de performances pour le transfert de paquets IP et de la disponibilité de ce service
Recommandation UIT-T Y.1541:	Objectifs de qualité de fonctionnement pour les services en mode IP

5 Abréviations et acronymes (voir la Note 1)

CN	Réseau infrastructurel (<i>core network</i>)
CRC	Code de redondance cyclique (<i>cyclic redundancy code</i>)
EMCN	Equipements de multiplexage de circuits numériques (<i>digital circuit multiplex equipment</i>)
FTP	Protocole de transfert de fichier (<i>file transfer protocol</i>)
GoB	Au moins bonnes (<i>good or better</i>)
IP	Protocole Internet (<i>Internet protocol</i>)
ISP	Prestataire de services Internet (<i>Internet service provider</i>)
MICDA	Modulation par impulsions et codage différentiel adaptatif
MT	Terminal mobile (<i>mobile terminal</i>)
NOM	Notes d'opinion moyennes
PDP	Protocole de données par paquets (<i>packet data protocol</i>)
PLR	Taux de perte de paquets (<i>packet loss ratio</i>)
PoW	Appréciation «mauvais» ou «pire» (<i>poor or worst</i>)
QET	Qualité d'écoulement du trafic (<i>grade of service</i>)
QoS	Qualité de service (<i>quality of service</i>)
RAN	Réseau d'accès radioélectrique (<i>radio access network</i>)
RANI	Interface de réseau d'accès radioélectrique (<i>radio access network interface</i>)
RLP	Protocole de liaison radioélectrique (<i>radio link protocol</i>)
RRM	Gestion des ressources radioélectriques (<i>radio resource management</i>)

SMS	Service de messagerie brève (<i>short message service</i>)
TEB	Taux d'erreur sur les bits
UDP	Unité de données de protocole
UDS	Unité de données de service (<i>service data unit</i>)
VoIP	Téléphonie sur IP (<i>voice over IP</i>)

NOTE 1 – D'autres abréviations sont indiquées dans la Recommandation UIT-R M.1224.

6 Définitions

6.1 QoS

Effet collectif des qualités globales de service qui déterminent le degré de satisfaction d'un utilisateur d'un service. Il se caractérise par la combinaison des critères de qualité applicables à tous les services, en particulier:

- opérabilité du service
- accessibilité au service
- continuité d'un service
- intégrité d'un service
- autres facteurs propres à chaque service.

6.2 Qualité de transmission de la parole

La qualité de transmission de la parole exprime le degré de satisfaction de l'utilisateur en ce qui concerne la qualité de transmission de la conversation téléphonique. Cette qualité dépend de la qualité de transmission sur tout le trajet emprunté par la conversation depuis le locuteur à une extrémité de la connexion jusqu'au correspondant à l'autre extrémité et on peut distinguer deux types de qualité: la qualité qui dépend principalement des qualités acoustiques du combiné et la qualité qui dépend principalement du support de transmission. Il convient de tenir compte également des services de télécommunication où une attention spéciale doit être accordée à la qualité de transmission de la parole, tels que l'audioconférence et la messagerie vocale.

6.3 Qualité de la connexion

La qualité de la connexion est exprimée dans la Recommandation UIT-T E.770 en termes de qualité d'écoulement du trafic (QET). Les paramètres de QET sont le retard de signalisation pour l'établissement de l'appel et la libération, la probabilité de blocage de bout en bout, la probabilité d'échec de transfert, etc.

6.4 Continuité du service

La continuité du service est définie dans la Recommandation UIT-T E.800 comme la probabilité pour qu'un service, une fois obtenu, continue à être assuré dans une communication, sous des conditions données (évanouissements, effet d'écran et brouillage dans le même canal par exemple).

6.5 Fiabilité

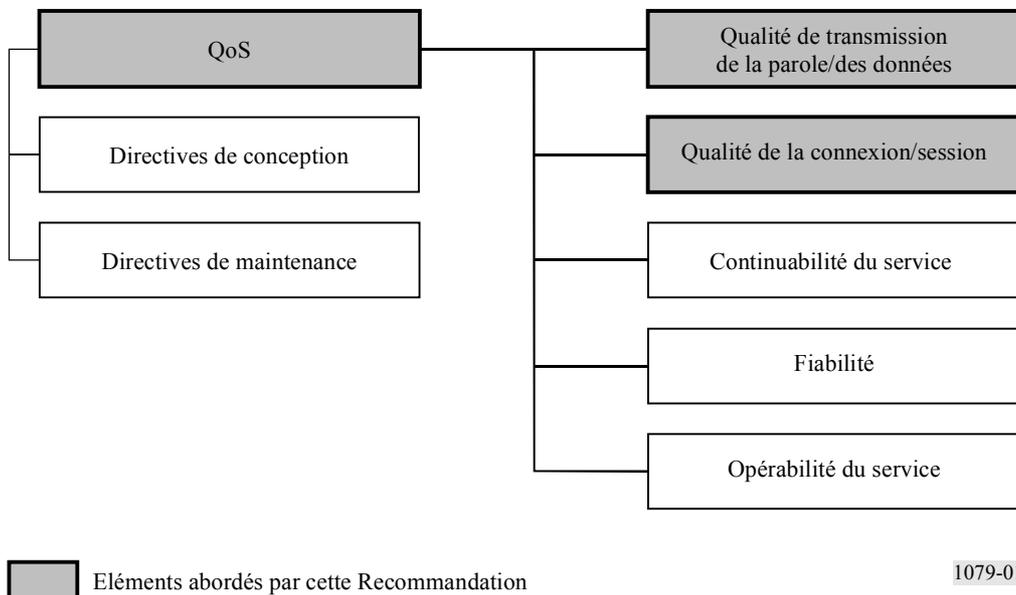
La fiabilité est définie dans la Recommandation UIT-T E.800 comme la probabilité pour qu'une entité puisse accomplir une fonction requise, dans des conditions données, pendant un intervalle de temps donné. Les anomalies dans le réseau téléphonique peuvent être classées suivant deux types. Le premier correspond à une situation où l'utilisateur constate une anomalie à petite échelle dans un segment du réseau autre que le segment propre de l'utilisateur; dans ce cas le service peut être rétabli si l'utilisateur réitère immédiatement son appel. Le second correspond à une anomalie qui se produit dans le segment de l'utilisateur ou si une anomalie à grande échelle se produit dans le segment réseau, auquel cas le service ne peut être assuré même si l'utilisateur réitère sans cesse ses appels. Une mesure de la fiabilité du segment de l'utilisateur est le taux d'échec et une mesure du segment réseau est l'indisponibilité.

6.6 Directives de conception

En vue de mettre en place des services de télécommunication qui satisfont aux critères de qualité de service, il faut disposer de directives pour la conception du réseau. La qualité des systèmes qui sont conçus conformément à ces directives devra pouvoir satisfaire aux recommandations ci-après (voir la Fig. 1).

FIGURE 1

Un exemple de structure fonctionnelle de qualité pour les services de télécommunications



6.7 Directives de gestion

Il faut disposer de directives pour la maintenance et l'exploitation des installations. C'est sur la base de ces directives qu'un fournisseur de services ou un opérateur de réseau assurera la maintenance du service, estimera la qualité en vue d'améliorer le service et apportera des corrections.

7 Considérations

Lors de l'élaboration de cette Recommandation, les facteurs ci-après ont été pris en considération:

- a) l'UIT-R a procédé à l'étude des IMT-2000 et a élaboré les Recommandations UIT-R M.687, UIT-R M.816, UIT-R M.817, UIT-R M.818, UIT-R M.819, UIT-R M.1034, UIT-R M.1035, UIT-R M.1036, UIT-R M.1078, UIT-R M.1224, UIT-R M.1311 et UIT-R M.1457 relatives à ces systèmes;
- b) les études de l'UIT-R se poursuivent;
- c) les IMT-2000 englobent des systèmes différents;
- d) les utilisateurs s'attendent à ce que la qualité de parole/des données, la qualité de transmission de l'information, la fiabilité de la connexion et un taux de blocage soient comparables à ceux que fournissent les réseaux du service fixe pour les mêmes services, tout en reconnaissant les limitations qu'impose l'environnement radioélectrique;
- e) la disponibilité du service dépendra d'un certain nombre de facteurs dont le type de station mobile, la vitesse de déplacement et des facteurs géographiques; par exemple, stations portatives ou montées sur véhicule, utilisation à l'intérieur ou à l'extérieur de bâtiments, zones résidentielles ou d'affaires, zones urbaines, suburbaines ou rurales, etc.;
- f) les Recommandations UIT-T pertinentes et les études en cours;
- g) en ce qui concerne les stations mobiles, il existe un besoin de mobilité entre les réseaux de télécommunication mobiles terrestres publics de différents pays et entre réseaux d'un même pays;
- h) les IMT-2000 offriront des services téléphoniques et de données qui s'interconnecteront avec le RTPC, le RNIS, le RNIS-B/Internet et d'autres réseaux publics fixes et mobiles;
- j) dès le début de leur mise en service les IMT-2000 seront très utilisées pour la transmission de données en bande vocale même dans les pays en développement;
- k) la pénétration des IMT-2000 dans le marché des services téléphoniques dépendra fortement du choix du codec vocal et de la qualité vocale associée. Si cette qualité est médiocre et le temps de propagation dans la voie téléphonique trop grand, l'adoption des IMT-2000 par le grand public pourrait ne pas atteindre le niveau attendu; la qualité des données obtenue sur le réseau mobile aura également un impact important pour l'introduction de services multimédias et Internet à haut débit;
- l) cet aspect n'a pas été pleinement considéré pour les systèmes de première et de seconde génération car ces systèmes sont utilisés par des personnes pour lesquelles la mobilité est impérative. Dans un marché de masse où beaucoup d'utilisateurs sont dans un environnement statique ou semi-mobile, la mobilité peut ne pas être suffisante pour justifier une qualité médiocre et un temps de propagation excessif, dans une compétition avec un réseau du service fixe offrant une haute qualité;
- m) dans un marché de masse soumis à la concurrence, un nombre important d'appels seront du type mobile à mobile ou utiliseront des connexions en série et, dans ces circonstances, la qualité adéquate doit être maintenue;
- n) les utilisateurs s'attendent à ce que le niveau de qualité vocale soit conservé dans des connexions à travers le RTPC/Internet, impliquant un transcodage MIC à 64 kbit/s, des EMCN, un codage MICDA et des circuits analogiques;
- o) des services Internet et fondés sur le protocole IP comme la navigation Web connaissent une croissance rapide.

8 Recommandations

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT recommande les exigences suivantes afin de déterminer les niveaux de QoS de différents services:

8.1 Aperçu général des différents niveaux de QoS

Les services de réseaux sont considérés de bout en bout c'est-à-dire d'un équipement terminal (TE) à un autre équipement terminal. Un service de bout en bout peut présenter une certaine QoS qui est fournie à l'utilisateur d'un service du réseau. C'est l'utilisateur qui déclare s'il est satisfait ou non du niveau de QoS fourni.

Pour mettre en œuvre une certaine QoS de réseau, un service support disposant de caractéristiques et fonctionnalités clairement définies doit être mis en place de la source à la destination du service concerné.

Un service support comprend tous les aspects nécessaires à la fourniture de la QoS prévue au contrat. Parmi ces aspects, on peut plus particulièrement citer la signalisation de commande, le transport du plan d'usager et la fonctionnalité de gestion de la QoS. La Fig. 2 illustre une architecture structurée en couches d'un service support IMT-2000, chaque service support situé sur une couche donnée offrant ses propres services en utilisant les services fournis par les couches inférieures. Dans cette Figure, les groupes fonctionnels additionnels qui prennent en charge le service support extérieur entre «Passerelle CN» et «TE» (à droite) ont été omis pour des raisons de simplicité.

8.1.1 Le service de bout en bout et le service support IMT-2000

Au cours de son transfert d'un TE à un autre, le trafic doit passer par différents services supports du (des) réseau(x). Un TE est relié au réseau IMT-2000 à l'aide d'un MT. Le service de bout en bout au niveau de l'application utilise les services supports du (des) réseau(x) sous-jacents. Comme le service de bout en bout est acheminé par l'intermédiaire de plusieurs réseaux (pas uniquement IMT-2000), il ne fait pas l'objet de plus amples explications dans le cadre de la présente Recommandation.

Le service de bout en bout utilisé par le TE sera mis en œuvre à l'aide d'un service support local TE/MT, d'un service support IMT-2000 et d'un service support externe.

Le service support local TE/MT ne fait pas ici l'objet de plus amples explications puisqu'il ne relève pas du domaine d'application du réseau IMT-2000.

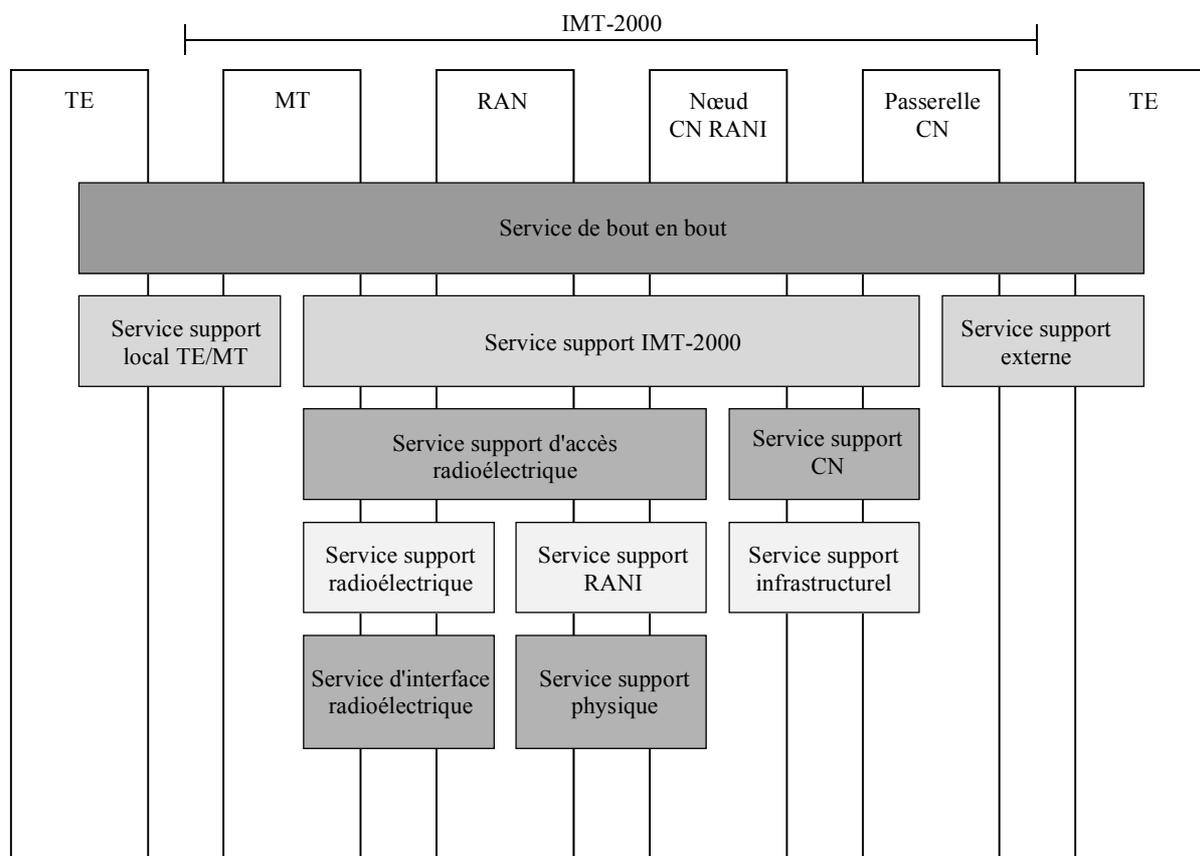
Le service support de bout en bout ne relève pas de la présente Recommandation, mais les différents services offerts par le service support IMT-2000 qui sont proposés par l'opérateur du réseau IMT-2000 en relèvent. C'est ce service support qui fournit la QoS IMT-2000.

Le service support externe ne fait pas ici l'objet de plus amples explications puisqu'il peut utiliser plusieurs services de réseaux, par exemple un autre service support IMT-2000.

8.1.2 Le service support d'accès radioélectrique et le service support du CN

Comme indiqué ci-dessus, le service support IMT-2000 fournit la QoS IMT-2000. Le service support IMT-2000 est composé de deux parties, le service support d'accès radioélectrique et le service support du CN. Ces deux services matérialisent la mise en œuvre optimisée du service support IMT-2000 sur la topologie de réseau IMT-2000 concernée en prenant en compte des aspects tels que la mobilité et les profils des utilisateurs mobiles.

FIGURE 2
Architecture structurée en couches pour l'évaluation de la QoS*



* Les blocs fonctionnels indiqués sur cette Figure ne visent pas à sous-entendre que les interfaces entre ces blocs doivent être définies par l'UIT. Il s'agit uniquement de regroupements fonctionnels utilisés dans le cadre de l'élaboration d'idées de QoS pour les IMT-2000.

1079-02

Le service support d'accès radioélectrique assure le transport confidentiel des données de signalisation et de données utilisateur entre le MT et le nœud CN RANI avec le niveau de QoS approprié au service support IMT-2000 convenu ou avec le niveau de QoS par défaut pour la signalisation. Ce service s'appuie sur les caractéristiques de l'interface radioélectrique et est assuré pour un MT en mouvement.

Le service support de CN du CN IMT-2000 relie le nœud CN RANI IMT-2000 au réseau externe par la passerelle CN. Le rôle de ce service consiste à réguler et exploiter efficacement le réseau fédérateur afin de fournir le service support IMT-2000 prévu au contrat.

8.1.3 Le service support radioélectrique et le service support RANI

Le service support d'accès radioélectrique est mis en œuvre par le service support radioélectrique et un service support RANI.

Le rôle du service support radioélectrique est de couvrir tous les aspects du transport de l'interface radioélectrique. Ce service support utilise le(s) interface(s) radioélectrique(s). Ce point ne fait pas l'objet de plus amples explications dans la présente Recommandation.

Le service support RANI assure, conjointement avec le service support physique, le transport entre le RAN et le CN.

8.1.4 Le service de réseau fédérateur

Le service support de CN utilise un service générique de réseau fédérateur.

Le service de réseau fédérateur couvre les fonctionnalités couche 1/couche 2 et est sélectionné par l'opérateur pour satisfaire les exigences de QoS du service support du CN. Le service de réseau fédérateur n'est pas propre aux IMT-2000 mais peut réutiliser une norme existante.

8.2 Classes de QoS des IMT-2000

En général, l'utilisateur ne s'intéresse pas à la manière dont le service est assuré, mais a tendance à comparer les services en termes de paramètres de qualité de fonctionnement universels, orientés vers l'utilisateur, qui s'appliquent à tout service de bout en bout. Du point de vue de l'utilisateur, la qualité de fonctionnement doit être exprimée par des paramètres:

- axés sur les effets perceptibles par l'utilisateur plutôt que sur leurs causes dans le réseau;
- indépendants de la structure interne du réseau;
- prenant en compte tous les aspects du service tel qu'il est perçu par l'utilisateur qui peuvent être objectivement mesurés au point d'accès au service;
- pouvant être garantis à l'utilisateur par le ou les fournisseurs du service.

Cela étant, quatre classes de QoS (ou classes de trafic) distinctes, du point de vue de l'utilisateur, sont décrites dans le Tableau 1:

- classe de service conversationnel
- classe de service d'interaction
- classe de service de transmission en continu
- classe de service d'arrière-plan.

TABLEAU 1

IMT-2000 – Classes de QoS du point de vue de l'utilisateur

Classe de service	Classe de service conversationnel Conversation en temps réel	Classe de service interactif Mode interactif au mieux	Classe de service diffusion Transmission continue en temps réel	Classe de service arrière-plan Mode en arrière-plan au mieux
Caractéristiques essentielles du point de vue de l'utilisateur	<ul style="list-style-type: none"> – Préservation de la relation temporelle (variation) entre les entités d'information du train – Modèle conversationnel (strict et temps de propagation bref) 	<ul style="list-style-type: none"> – Modèle requête-réponse – Préservation du contenu de la charge utile 	<ul style="list-style-type: none"> – Préservation de la relation temporelle (variation) entre les entités d'information du train 	<ul style="list-style-type: none"> – La destination n'attend pas les données dans un délai défini – Préservation du contenu de la charge utile
Exemple d'application	– Voix	– Navigation sur le web	– Vidéo en diffusion continue en temps réel	– Chargement de messages électroniques en arrière-plan

Le trait distinctif principal entre ces classes concerne le niveau de sensibilité en termes de temps de propagation de l'application. Ainsi la classe conversationnelle concerne les applications qui sont très sensibles en termes de temps de propagation, alors que la classe arrière-plan est la classe de QoS la moins sensible au temps de propagation.

Il convient de noter que plusieurs classes de service de QoS peuvent être nécessaires pour une application donnée.

8.2.1 Classe conversation

L'application la plus connue de ce mode est la téléphonie vocale. Or, avec le développement de l'Internet et du multimédia, un nombre croissant de nouvelles applications auront besoin de recourir à ce mode, en particulier la VoIP et les applications de vidéoconférence. Une conversation en temps réel s'effectue toujours entre entités (ou groupes) homologues d'utilisateurs finaux (humains). Il s'agit du seul mode dont les critères exigés sont fournis uniquement par la perception humaine. Pour cette raison, ce mode a les spécifications de QoS les plus contraignantes et les plus rigoureuses.

Le mode conversationnel en temps réel se distingue par un temps de transfert qui doit rester faible:

- du fait de la nature conversationnelle de ce mode;
- parce que, simultanément, la relation temporelle (variation) entre les entités d'information du train doit être préservée de la même manière que pour des trains en temps réel.

Le temps de propagation maximal est défini par la perception humaine d'une conversation vidéo et audio. Il en résulte que la limite acceptable du temps de propagation est très stricte, puisque l'impossibilité de fournir un temps de propagation suffisamment réduit aura pour conséquence un niveau de qualité inacceptable. L'exigence en termes de temps de transfert est donc à la fois nettement plus forte et plus stricte que pour le temps de propagation des applications interactives.

Conversation en temps réel – Critères essentiels pour la QoS:

- préservation de la relation temporelle (variation) entre les entités d'information du train;
- modèle conversationnel (strict et temps de propagation bref).

8.2.2 Classe interactive

Lorsque l'utilisateur final, c'est-à-dire soit un ordinateur ou une personne, est en ligne pour solliciter des données d'un équipement distant (c'est-à-dire d'un serveur), ce mode s'applique. A titre d'exemple d'interaction entre une personne et un équipement distant, on peut citer: la navigation sur le web, l'interrogation de base de données, l'accès à un serveur. A titre d'exemple d'interaction entre un ordinateur et un équipement distant, on peut citer: la collecte d'enregistrements de mesure et l'interrogation automatique de bases de données (télééquipements).

Le trafic interactif est l'autre mode de communication de données classique qui, d'un point de vue général, se caractérise par le modèle requête-réponse appliqué par l'utilisateur final. On trouve au point de destination du message une entité qui attend le message (c'est-à-dire la réponse) dans un délai donné. Le temps de propagation aller-retour est dès lors l'une des caractéristiques clés de ce mode. Une autre de ses caractéristiques est que le contenu des paquets doit être transféré de manière transparente (avec un TEB faible).

Trafic interactif – Critères essentiels pour la QoS:

- profil requête-réponse;
- préservation du contenu de la charge utile.

8.2.3 Classe transmission en continu

Lorsque l'utilisateur visionne une séquence vidéo (ou écoute une séquence audio) en temps réel, le mode des trains en temps réel s'applique. Le flux de données en temps réel concerne toujours une destination humaine. Il s'agit d'un mode de transport unidirectionnel.

Ce mode est nouveau en communication de données et impose un certain nombre de nouvelles exigences aussi bien au niveau des systèmes de télécommunication que des systèmes de communication de données. Il se caractérise par des relations temporelles (variations) entre entités d'information (par exemple échantillons, paquets) à l'intérieur d'un flux qui doivent être préservées. En revanche, il n'impose aucune exigence en termes de brièveté du temps de propagation.

La variation du temps de propagation du flux de bout en bout doit être limitée pour préserver la relation temporelle (variation) entre les différentes entités d'information du train. Mais, comme en principe, le train est synchronisé à l'extrémité de réception (au niveau de l'équipement de l'utilisateur), la variation de temps de propagation maximale admissible sur le support de transmission est donnée par la puissance de la fonction de synchronisation de l'application. La variation de temps de propagation acceptable est donc nettement plus élevée que la variation de temps de propagation imposée par les limites de la perception humaine.

Trains de données en temps réel – Critères essentiels pour la QoS:

- le train continu unidirectionnel
- la préservation de la relation temporelle (variation) entre les entités d'information du train.

8.2.4 Classe arrière-plan

Ce mode s'applique lorsque l'utilisateur final, qui en règle générale est un ordinateur, envoie et reçoit des fichiers de données en arrière-plan. A titre d'exemple, on peut citer la transmission en arrière-plan de messages électroniques, de messages courts de type SMS, le téléchargement de bases de données et la réception d'enregistrements de mesure.

Le trafic en arrière-plan est l'un des modes classiques de la communication de données qui se caractérise globalement par l'absence de tout paramètre au niveau de la destination indiquant que les données doivent être reçues dans un délai donné. Ce mode est donc plus ou moins insensible au délai de remise. Une autre de ses caractéristiques est le fait que le contenu des paquets doit être transféré de manière transparente (avec un TEB faible).

Trafic d'arrière-plan – Critères essentiels pour la QoS:

- la destination n'attend pas les données dans un délai défini;
- la préservation du contenu de la charge utile.

Une application d'arrière-plan est une application qui n'achemine pas d'information sur le délai d'acheminement. En principe, la seule exigence qui s'applique à cette catégorie est la remise à l'utilisateur d'un message quasiment exempt d'erreur. Il subsiste toutefois une contrainte au niveau du délai, les données reçues étant effectivement inutilisables si leur réception intervient trop tard pour répondre à un besoin pratique.

8.3 Etendue des exigences de QoS

Il devrait être possible pour une application donnée de déclarer ses exigences de QoS au réseau en demandant un service support comprenant les types de trafic, les caractéristiques de trafic, le temps de transfert maximal, la variation de temps de propagation et les TEB définis.

Le Tableau 2 détaille les intervalles de valeurs qui devraient être pris en compte par le réseau IMT-2000. Ces exigences valent aussi bien pour un trafic avec connexion que sans connexion. Le réseau devrait être en mesure de satisfaire ces exigences sans perte de ressources dans les interfaces radioélectriques et de réseau du fait des restrictions de granularité de la QoS. Les valeurs du Tableau 2 sont la gamme de valeurs du délai maximal de transfert et du TEB au niveau du transport de support; les exigences exactes de l'utilisateur final sont données dans les § 8.3.1 et 8.4 pour les différentes applications.

TABLEAU 2

Exigences en termes de TEB et de temps de propagation pour des environnements de fonctionnement IMT-2000

Environnement de fonctionnement	Temps réel (temps de propagation constant)	Temps différé (temps de propagation variable)
	TEB/temps de transfert maximal	TEB/temps de transfert maximal
Satellite (vitesse relative du terminal par rapport au sol pouvant atteindre 1 000 km/h pour un avion)	Temps de transfert maximal, inférieur à 400 ms TEB: 1×10^{-3} à 1×10^{-7} ⁽¹⁾	Temps de transfert maximal, 1 200 ms ou plus ⁽²⁾ TEB: 1×10^{-5} à 1×10^{-8}
Extérieur rural (vitesse relative du terminal par rapport au sol pouvant atteindre 500 km/h) ⁽³⁾	Temps de transfert maximal, 20-300 ms TEB: 1×10^{-3} à 1×10^{-7} ^{(1),(4)}	Temps de transfert maximal, 150 ms ou plus ⁽²⁾ TEB: 1×10^{-5} à 1×10^{-8}
Extérieur urbain/suburbain (vitesse relative du terminal par rapport au sol pouvant atteindre 120 km/h)		
Intérieur/Extérieur faible portée (vitesse relative du terminal par rapport au sol pouvant atteindre 10 km/h)		

⁽¹⁾ Un compromis entre TEB et de temps de transfert est probable.

⁽²⁾ Le temps de transfert maximal doit être considéré comme la valeur cible pour 95% des données.

⁽³⁾ La valeur de 500 km/h comme vitesse maximale à prendre en compte dans un environnement extérieur rural a été retenue pour offrir un service sur des véhicules à grande vitesse (trains par exemple). Il ne faut pas considérer cette valeur comme une valeur typique dans ce type d'environnement (250 km/h est une valeur plus typique).

⁽⁴⁾ Voir le § 8.4.4 pour plus de renseignements sur le temps de transfert.

8.3.1 QoS d'utilisateur final prise en compte

Le présent paragraphe décrit la QoS qui devrait être proposée à l'utilisateur final/applications. La Fig. 3 présente un résumé des principales catégories d'applications regroupées en fonction des exigences de QoS. Les applications existantes et les nouvelles applications peuvent entrer dans un ou plusieurs groupes.

FIGURE 3

Catégories d'applications regroupées en terme d'exigences de QoS

Sensible aux erreurs	Vidéo et voix en mode conversationnel	Messagerie vocale	Vidéo et son diffusé en temps réel	Télécopie
Insensible aux erreurs	Telnet, jeux interactifs	Commerce électronique, navigation web, accès au courrier électronique	FTP, images fixes, radiomessagerie	Usenet
	Conversation (temps de transfert << 1 s)	Interaction (temps de transfert environ 1 s)	Diffusion (temps de transfert < 10 s)	Arrière-plan (temps de transfert > 10 s)

1079-03

Les Tableaux 3 à 5 détaillent plus avant les exigences de QoS des applications/utilisateurs finaux des IMT-2000 pour les classes de service conversation (voir le Tableau 3), interaction (voir le Tableau 4) et diffusion (voir le Tableau 5). Ces Tableaux précisent les temps de propagation de bout en bout. Ils ont été élaborés du point de vue d'un service d'applications et donnent en règle générale à la fois un temps de propagation préféré et un temps de propagation maximal pour le service considéré. Les valeurs des Tableaux 3 à 5 sont alignées sur celles de la Recommandation G.1010. Etant donné que les besoins de QoS s'entendent de bout en bout du point de vue de l'utilisateur, il convient de les affecter correctement pour le réseau d'accès IMT-2000.

Les Tableaux 3 à 5 complètent le Tableau 2 qui indique le niveau de qualité susceptible d'être atteint par des systèmes IMT-2000 dans différents environnements de fonctionnement.

8.4 Exigences principales en termes de qualité vocale

8.4.1 Qualité subjective

La qualité vocale doit être comparable à celle du réseau fixe pour des utilisateurs d'âge, de sexe et de langue différents conformément aux exigences décrites ci-après (référence à la Recommandation UIT-T G.174).

8.4.2 Qualité de transmission de la parole naturelle et reconnaissance du locuteur

Les signaux vocaux doivent ressembler à une voix humaine naturelle. Il est essentiel que l'utilisateur soit en mesure de reconnaître les correspondants dont la voix lui est familière.

8.4.3 Facilité de la conversation

Les abonnés doivent trouver le système d'une utilisation simple pour des tâches qui nécessitent l'échange d'information par le biais de conversations tenues sur la connexion, y compris l'éventualité de superposition de signaux vocaux c'est-à-dire de conversation simultanée des deux interlocuteurs.

TABLEAU 3

Attentes de l'utilisateur final en matière de qualité – Services conversationnels/en temps réel

Support	Application	Degré de symétrie	Débit de données (kbit/s)	Paramètres de qualité clés et valeurs cibles		
				Temps de propagation dans un sens (ms)	Variation de temps de propagation (ms)	Perte d'informations
Audio	Conversation en bande étroite	Bidirectionnel	4-13	< 150 préféré < 400 limite	< 1	< 3% PLR
Audio	Conversation en large bande	Bidirectionnel	4-13 10-64	< 150 préféré < 400 limite	< 1	< 3% PLR
Vidéo	Vidéophone	Bidirectionnel	32-384	< 150 préféré < 400 limite Lip-synch: < 100		< 1% PLR
Données	Téléométrie – commande bidirectionnelle	Bidirectionnel	< 28,8	< 250	Sans objet	Zéro
Données	Jeux interactifs	Bidirectionnel	< 1	< 250	Sans objet	Zéro
Données	Telnet	Bidirectionnel (asymétrique)	< 1	< 250	Sans objet	Zéro

TABLEAU 4

Attentes de l'utilisateur final en matière de qualité – Services interactifs

Support	Application	Degré de symétrie	Débit de données (kbit/s)	Paramètres de qualité clés et valeurs cibles		
				Temps de propagation dans un sens	Variation de temps de propagation (ms)	Perte d'informations
Audio	Messagerie vocale	Principalement dans un sens	4-32	< 1 s pour la diffusion < 2 s pour l'enregistrement	< 1	< 3% PLR
Données	Navigation Web – HTML	Principalement dans un sens		De préférence < 2 s/page Acceptable < 4 s/page	Sans objet	Zéro
Données	Services de transaction – Priorité élevée par exemple commerce électronique, ATM	Bidirectionnel		De préférence < 2 s/page Acceptable < 4 s/page	Sans objet	Zéro
Données	Courrier électronique (accès au serveur)	Principalement dans un sens		De préférence < 2 s/page Acceptable < 4 s/page	Sans objet	Zéro

TABLEAU 5

Attentes de l'utilisateur final en matière de qualité – Services en diffusion continue

Support	Application	Degré de symétrie	Débit de données (kbit/s)	Paramètres de qualité clés et valeurs cibles		
				Temps de propagation dans un sens (s)	Variation de temps de propagation (ms)	Perte d'informations
Audio	Audio de haute qualité en diffusion	Principalement dans un sens	16-128	< 10	<< 1	< 1% PLR
Vidéo	Dans un sens	Dans un sens	32-384	< 10		< 1% PLR
Données	Transfert/récupération de données en masse	Principalement dans un sens		De préférence < 15 s/page Acceptable < 60 s/page	Sans objet	Zéro
Données	Images fixes	Dans un sens		De préférence < 15 s/page Acceptable < 60 s/page	Sans objet	Zéro
Données	Télémétrie – surveillance	Dans un sens	< 28,8	< 10	Sans objet	Zéro

8.4.4 Perte d'interactivité due au temps de propagation sur le circuit de transmission de la parole

Le temps de propagation moyen dans un sens est défini comme étant le temps associé au traitement, au codage, au décodage et à la propagation radioélectrique entre un mobile et la connexion RTPC (réseau mobile terrestre public, RMTP).

Les conversations entre utilisateurs ne doivent pas être exposées aux manques d'interactivité consécutifs à un temps de propagation excessif. Le temps de propagation peut perturber les applications, par exemple en ayant un effet sur la facilité avec laquelle une conversation interactive se poursuit. Pour cette raison il est déterminant de limiter le temps de propagation introduit par les IMT-2000.

Un temps de propagation moyen dans un sens inférieur à 40 ms constitue un objectif à long terme pour les IMT-2000. Il est toutefois admis qu'il peut être extrêmement difficile, voire irréaliste, de chercher à atteindre cette valeur à court terme. C'est pourquoi, pour le calcul de bilans de temps de transmission dans un sens, une valeur d'environ 100 ms devrait être prise en compte pour la partie accès du réseau IMT-2000.

8.4.5 Absence d'écho

Pour les IMT-2000, le temps de transmission prévu exigera de recourir à une fonction de limitation des échos dans le système.

La question de la protection contre les échos dans l'environnement IMT-2000 est complexe. Il convient de se reporter à la Recommandation UIT-T G.174 qui contient des spécifications en matière de limitation de l'écho axées sur le RTPC et à la Recommandation UIT-T P.313 pour les spécifications axées sur les terminaux.

8.4.6 Uniformité dans différents environnements

Lorsque différentes interfaces radioélectriques sont utilisées pour l'accès dans différents environnements (par exemple picocellules, mégacellules, etc.), les mêmes exigences de qualité vocale doivent être appliquées. L'utilisateur doit constater une uniformité de la qualité vocale sur l'ensemble du système.

Il est admis que des codecs plus complexes consommant plus d'énergie peuvent s'avérer nécessaires pour obtenir le niveau de qualité vocale requis pour les IMT-2000 dans les mégacellules où, compte tenu des impératifs d'efficacité spectrale, les débits binaires sont plus faibles.

8.4.7 Effets du transcodage

Les connexions de bout en bout dans les IMT-2000 débutent en règle générale dans un type de cellule, traversent le réseau du service fixe et aboutissent dans un autre type de cellule, avec un passage éventuel par une composante à satellite située soit dans l'IMT-2000 ou dans le réseau du service fixe. Si différents codecs vocaux sont utilisés dans ces différents environnements d'accès ou dans le réseau fixe, il se produira une concaténation de divers codecs vocaux, avec, pour conséquence, une baisse de la qualité vocale due au transcodage nécessaire.

Il conviendra d'examiner les techniques qui réduiront la nécessité des transcodages et leur impact comme un fonctionnement sans tandem ni transcodeur. Les effets du transcodage doivent être totalement pris en compte pour atteindre les objectifs de qualité vocale fixés dans la présente Recommandation.

8.4.8 Qualité des connexions de bout en bout

Les exigences de qualité vocale doivent être satisfaites pour des connexions complètes de bout en bout, en tenant compte des dégradations introduites par les interfaces radioélectriques (avec des conditions types de propagation et de brouillage), le transcodage, le temps de propagation et les échos dans la connexion, etc.

8.4.9 Qualité acoustique du combiné

La qualité acoustique du combiné joue un rôle important dans la détermination de la qualité sonore globale dans les systèmes hertziens. Il s'agit essentiellement de s'assurer que les niveaux des signaux à l'émission, à la réception ainsi que l'effet local sont compatibles avec la téléphonie filaire conventionnelle, et que l'affaiblissement de couplage est suffisant pour limiter l'écho. Toutefois, d'autres considérations, comme la forme du combiné (position du microphone par rapport à la bouche de l'utilisateur et position de l'écouteur sur son oreille) sont également importantes, en particulier dans des conditions de fonctionnement en milieu bruyant. Des précisions à ce sujet sont données dans la Recommandation UIT-T P.313.

8.4.10 Tonalités de progression d'appel, annonces et musique

Les tonalités de progression d'appel, les annonces du réseau ou la musique d'attente ne doivent produire aucun effet désagréable.

8.4.11 Transfert

L'utilisateur ne doit pas s'apercevoir des effets du changement de relais sur la qualité de la parole ou la qualité de transmission des données en bande vocale.

8.4.12 Fiabilité

La résistance aux erreurs aléatoires, aux paquets d'erreurs et aux TEB élevés dans toute la zone de service est un facteur important. La hiérarchie des combinaisons de codec vocal/de canal peut différer selon que les conditions sont bonnes ou marginales.

8.4.13 Bruit de fond acoustique

On peut s'attendre à ce que les environnements des IMT-2000 produisent un niveau de bruit de fond acoustique plus élevé que pour les réseaux filaires, dû par exemple au trafic routier, à la foule dans les gares ferroviaires ou routières, etc. Le codec vocal et les transducteurs associés devraient par conséquent être insensibles à ces bruits de fond acoustiques.

Le codec vocal doit également être insensible à la présence d'autres locuteurs en arrière-plan.

8.4.14 Interconnexion des utilisateurs des IMT-2000 dans différents réseaux

Toute dégradation de la qualité vocale résultant du transcodage entre deux utilisateurs des IMT-2000 devrait être réduite au minimum.

8.4.15 Essais de qualité vocale

L'aptitude des IMT-2000 à satisfaire aux exigences de qualité vocale décrites ci-dessus devrait être jugée au moyen d'une méthode de sélection réaliste tenant compte des dégradations sur le canal radioélectrique du système mobile.

Ces essais devraient inclure des conversations bidirectionnelles dans lesquelles les locuteurs accomplissent des tâches réalistes qui utilisent pleinement le canal.

Toute la gamme des scénarios de connexion doit être représentée, (liaisons mobile à fixe, mobile à mobile, inclusion de liaisons par satellite dans l'interface mobile, inclusion de liaisons par satellite dans le réseau, etc.). Les dégradations du système telles que le transfert, les échos dans le réseau et les temps de propagation doivent être pris en compte dans les essais.

Pendant les essais, des erreurs sont introduites dans la connexion vocale sur la base d'un modèle d'erreur associé à l'interface radioélectrique.

Des indications générales sur les méthodes d'évaluation subjective applicables aux systèmes d'accès des IMT-2000 sont données dans la Recommandation UIT-T P.800, sur les méthodes s'appliquant aux codecs vocaux dans la Recommandation UIT-T P.830 et sur les méthodes s'appliquant aux annuleurs d'écho de réseau dans la Recommandation UIT-T P.831. Une méthode objective d'évaluation de la qualité des codecs vocaux est contenue dans la Recommandation UIT-T P.862.

Annexe 1

Outil de planification pour évaluer la qualité d'une transmission vocale de bout en bout

La Recommandation UIT-T G.107 spécifie la méthode recommandée par l'UIT-T pour évaluer la qualité de transmission de la parole de bout en bout, accès hertzien compris. Des précisions sur la manière d'appliquer le modèle E dans différents scénarios figurent dans la Recommandation UIT-T G.108.

Ainsi par exemple, dans le réseau représenté à la Fig. 4, il y aura un certain nombre de dégradations, en particulier:

- Sur le réseau mobile:
 - dégradations du codec vocal
 - erreurs de propagation
 - temps de propagation et temps de traitement
 - écho dû au combiné

- Réseau IP:
 - dégradations du codec vocal
 - perte de paquets
 - temps de propagation
 - gigue de paquets
- RTPC:
 - dégradations du codec vocal (négligeable pour une MIC de 64 kbit/s)
 - erreurs de propagation
 - temps de propagation et temps de traitement
 - écho dû au combiné
- Passerelles:
 - dégradations dues à la conversion de codec vocal
 - temps de propagation.

Cet outil de planification permet donc d'effectuer des comparaisons relatives de systèmes dans des conditions de transmission variées afin d'aider à la prise de décisions techniques relatives aux compromis qualité/coût à concéder.

FIGURE 4
Système de bout en bout



1079-04