

RECOMMANDATION UIT-R M.1181

**OBJECTIFS MINIMAUX DE QUALITÉ APPLICABLES AUX CANAUX NUMÉRIQUES
À BANDE ÉTROITE UTILISANT DES SATELLITES GÉOSTATIONNAIRES
POUR DESSERVIR DES STATIONS TERRIENNES MOBILES TRANSPORTABLES
ET MONTÉES SUR VÉHICULE, DANS LA GAMME DE FRÉQUENCES 1-3 GHz,
NE FAISANT PAS PARTIE DU RÉSEAU RNIS**

(Question UIT-R 112/8)

(1995)

Résumé

Cette Recommandation contient des dispositions relatives aux objectifs minimaux en matière de caractéristiques d'erreur sur les bits (Taux d'erreur binaire (TEB)) applicables au mode de signaux vocaux et au mode de données des systèmes du service mobile par satellite sur orbite géostationnaire.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que les objectifs de qualité applicables aux canaux numériques du service mobile par satellite (SMS), qui utilisent la modulation à bande étroite et des satellites géostationnaires, doivent tenir compte des niveaux de brouillages intersystèmes et intrasystèmes fonctionnant dans la gamme des fréquences 1-3 GHz, de même que ces objectifs doivent satisfaire aux spécifications d'utilisateur relatives aux caractéristiques de qualité;
- b) que les canaux numériques «universels» du SMS qui peuvent être utilisés par des stations terriennes mobiles terrestres, maritimes et aéronautiques, sont conçus pour fonctionner alternativement en mode de transmission de signaux vocaux ou en mode de transmission de données, ou encore en mode sémaphore dans la bande passante en utilisant les mêmes fréquences pendant la même session de communications;
- c) que la réception des signaux émis à destination des stations terriennes mobiles et en provenance de celles-ci, en la plupart de leurs emplacements, peut être considérablement altérée par les dégradations de propagation des signaux en fonction de l'emplacement et de l'orientation, ces dégradations de propagation déterminant la qualité spatiale;
- d) que les canaux numériques du service mobile de messagerie «d'enregistrement et de retransmission» qui utilisent des satellites géostationnaires ne sont pas en général sensibles au temps de propagation, et sont donc à même d'utiliser un recouvrement presque parfait en réduisant les paquets d'erreurs sur les bits du canal provenant des trajets multiples et des légers effets d'occultation, et qu'ainsi ces canaux peuvent fonctionner en respectant les objectifs spécifiés dans la présente Recommandation;
- e) que les canaux numériques du SMS peuvent être utilisés dans des faisceaux à couverture mondiale ou à couverture ponctuelle en tant que partie du service mondial par satellite, de rigoureuses limitations de puissance associées à un angle d'élévation minimal aussi faible que 5° étant prévues dans ce cas,

recommande

1 que, dans les deux sens de transmission des liaisons de service et des liaisons de connexion, les objectifs de caractéristiques minimales de qualité des liaisons radioélectriques combinées, applicables aux canaux numériques utilisés par des satellites géostationnaires pour desservir des stations terriennes mobiles transportables ou montées sur véhicule dans le SMS, soient les suivantes:

- 1.1** pour un canal numérique «universel» du SMS (débits binaires d'utilisateur allant jusqu'à 9,6 kbit/s):
 - 1.1.1** provisoirement un taux d'erreur binaire (TEB) ne devant pas dépasser 4×10^{-2} en mode de signaux vocaux pour une durée supérieure ou égale à 90% du temps disponible;
 - 1.1.2** provisoirement un TEB ne devant pas dépasser 1×10^{-5} en modes données et sémaphore après correction d'erreur pour une durée supérieure ou égale à 90% du temps disponible;
- 1.2** pour un canal numérique d'une station terrienne transportable du SMS (débits binaires d'utilisateur allant jusqu'à 16 kbit/s);

1.2.1 un TEB de canal ne devant pas dépasser 1×10^{-2} en mode de signaux vocaux pour une durée supérieure ou égale à 95% du temps disponible;

1.2.2 un TEB ne devant pas dépasser 1×10^{-5} en modes données et sémaphore après correction d'erreur pour une durée supérieure ou égale à 95% du temps disponible;

1.3 pour des canaux numériques du service mobile de messageries «d'enregistrement et de retransmission» (débits binaires d'usager allant jusqu'à 600 bit/s):

– un TEB ne devant pas dépasser 4×10^{-5} après correction d'erreur pour une durée supérieure ou égale à 95% du temps disponible;

où le temps disponible est le temps total pour lequel la liaison est attribuée à l'usager et dont celui-ci peut disposer;

2 que les liaisons individuelles montantes et descendantes soient conçues de telle sorte que le pourcentage global de temps pendant lequel la liaison est disponible soit, en grande partie, déterminé par la liaison de service. L'Annexe 2 donne, à titre indicatif au concepteur de système, une méthode de répartition du pourcentage global de temps entre les liaisons de service et les liaisons de connexion;

3 que les conditions complémentaires spécifiées dans les Notes suivantes fassent partie des objectifs spécifiés dans les § 1 et 2.

NOTE 1 – Les Annexes 1 et 2 indiquent les raisons principales du choix des objectifs de qualité spécifiés ci-dessus.

NOTE 2 – Dans le cas de canaux numériques «universels» du SMS utilisés par des stations terriennes terrestres montées sur véhicule, la disponibilité dans le temps est généralement plus critique que la disponibilité dans l'espace étant donné que des dégradations importantes de la propagation des signaux sont généralement éliminées par le déplacement de l'antenne de la station terrienne mobile sur une courte distance. Les niveaux spécifiés pour les caractéristiques de qualité et de disponibilité du signal sont associés aux exploitations de la station terrienne mobile dans des zones exemptes d'occultation persistante importante.

NOTE 3 – Une occultation sporadique modérée du signal vers un satellite géostationnaire ou provenant de ce satellite se produit avec des stations terriennes mobiles terrestres dans la plupart des zones situées en dehors des zones urbaines. Il est possible de réduire efficacement ces dégradations sporadiques.

NOTE 4 – Dans le cas de communications vocales, les techniques de correction des erreurs sont susceptibles de faire partie intégrante de l'algorithme de traitement du codeur/décodeur (codec) vocal, mais elles peuvent aussi être incorporées dans le module modulateur/démodulateur (modem) ou encore être partagées entre les modules modem et codec. Les objectifs de qualité relatifs aux communications vocales doivent donc tenir compte du TEB à l'entrée du codec.

NOTE 5 – Les objectifs de qualité et les critères de qualité pour les communications vocales doivent vraisemblablement évoluer alors que les techniques de traitement codec deviennent plus efficaces et que les débits de transmission vont en diminuant. En conséquence, les objectifs de qualité relatifs aux communications vocales devant figurer dans les Recommandations ultérieures pourront être exprimés comme l'est actuellement la qualité vocale (par exemple, par une note moyenne d'opinion). Un complément d'étude est nécessaire pour déterminer la façon de définir la classification des communications vocales et le choix d'une méthode d'évaluation des codecs vocaux fonctionnant avec un débit peu élevé.

NOTE 6 – Dans le cas des communications de données, les techniques de correction des erreurs constituent généralement une partie intégrante du modem. Des mesures complémentaires de correction des erreurs de bout en bout peuvent être mises en œuvre pour améliorer la qualité dans le cas d'applications particulières. Toutefois, en ce qui concerne la présente Recommandation, les effets de ces techniques d'application d'usager ne sont pas compris dans les objectifs de qualité.

NOTE 7 – La qualité dans l'espace est définie comme la probabilité cumulative de disponibilité de liaison provenant de la répartition commune des affaiblissements aléatoires qui sont fonction de l'emplacement et de l'orientation dans la liaison. Le pourcentage du temps disponible rend compte de la fraction de temps pendant lequel le canal ne subit pas d'évanouissement causé par les trajets multiples ou par l'affaiblissement dû à la pluie.

NOTE 8 – Les dispositions concernant les objectifs en matière de caractéristiques de qualité, applicables aux canaux du service mobile aéronautique (R) par satellite sont contenues dans la Recommandation UIT-R M.1037.

NOTE 9 – Dans le cas d'exemplaire de réserve utilisant un satellite de génération antérieure, les objectifs en matière de caractéristiques de qualité du TEB donnés dans le § 1 peuvent être atteints pendant un pourcentage de temps moins élevé.

NOTE 10 – Il convient de tenir compte des effets de brouillage global provenant d'autres systèmes et d'autres services pour faire en sorte que les objectifs globaux de qualité des canaux numériques du SMS soient atteints.

NOTE 11 – Il est demandé d'effectuer un complément d'étude concernant le besoin de critères de caractéristiques de qualité à court terme pour définir les seuils de TEB et les pourcentages de temps qui leur sont associés.

NOTE 12 – Pour les terminaux fonctionnant avec des angles d'élévation faibles et utilisant un canal «universel» du SMS, les objectifs en matière de caractéristiques de qualité du TEB indiqués dans le § 1 peuvent être atteints pendant un pourcentage de temps moins élevé.

NOTE 13 – Les spécifications des objectifs de qualité applicables aux canaux numériques du service mobile par satellite de messagerie d'enregistrement et de retransmission feront l'objet d'un complément d'étude.

ANNEXE 1

Raisons principales du choix des objectifs de caractéristiques de qualité spécifiés

1 Introduction

Les objectifs de qualité applicables aux canaux numériques des liaisons radioélectriques du SMS sont fonction des spécifications d'utilisateur répondant à chaque service. Les spécifications varient avec les besoins et les fonctions d'exploitation du service, la perception de la qualité du service par les usagers, et les caractéristiques de service (par exemple, vocales ou de données en mode circuit). La présente Annexe traite de trois types de canaux (prenant en charge trois services différents) afin de répondre au § 1:

- canaux numériques «universels» du SMS (de débit allant jusqu'à 9,6 kbit/s), prenant en charge des signaux vocaux et de données en temps réel à débit vocal peu élevé, avec des objectifs de qualité d'un niveau équivalent à celui de la «qualité de réseau cellulaire de Terre»;
- canaux numériques du service mobile utilisant des stations terriennes transportables (de débit allant jusqu'à 16 kbit/s), prenant en charge un débit vocal et de données en temps réel moyen, avec des objectifs de qualité approchant la «qualité de réseaux interurbains»;
- canal numérique du service mobile «pour l'enregistrement et la retransmission» (de débit allant jusqu'à 600 bit/s), prenant en charge les services de messageries de données dans lequel les erreurs ne sont pas tolérées mais dans lequel le temps de transmission des messages peut présenter des risques.

Les paragraphes ci-après passent en revue les spécifications d'utilisateur correspondant à chaque type de canal et récapitule les objectifs de qualité admis par hypothèse proposés pour les canaux.

2 Canal numérique «universel» du SMS (débit binaire allant jusqu'à 9,6 kbit/s)

2.1 Spécifications d'utilisateur

L'avancement des travaux dans la technologie de codage des signaux vocaux a abouti à la réduction du débit des codecs vocaux correspondant à une qualité vocale donnée. Les progrès des techniques de correction des erreurs a également contribué à «l'insensibilité» du codec vocal aux dégradations de canaux rencontrés lors de l'exploitation. Le codec vocal doit assurer une qualité de voix acceptable pour l'utilisateur dans des situations typiques rencontrées par l'utilisateur telles que: conditions différentes de TEB (erreurs aléatoires et paquet d'erreurs), conditions d'évanouissement, bruit de fond acoustique et niveau en audiofréquence. La qualité de voix doit se maintenir dans le cas de voix masculines et féminines dans des langues différentes. Ceci est particulièrement important pour assurer un service de communication «universel» mondial.

Les usagers en sont venus à s'attendre à ce que les services de téléphonie «sans fil» atteignent une qualité de voix au moins semblable à celle qui est fournie par les systèmes cellulaires de Terre. Généralement, un système, pour entretenir une conversation, a besoin d'une note d'opinion moyenne d'environ 3 ou plus avec une échelle à 5 notes (ce qui est équivalent à une note d'opinion moyenne d'environ 2 avec une échelle de notes allant de 0 à 4) afin de répondre à l'attente des usagers.

Pour les services de communications de données, la caractéristique de qualité du TEB du canal de données doit être compatible avec la caractéristique de qualité obtenue dans les réseaux de Terre correspondants. Un canal de données avec une caractéristique de qualité de TEB ne dépassant pas 1×10^{-5} satisfait à ce critère. L'utilisateur peut effectuer des mesures de correction des erreurs de bout en bout dans le cas d'applications nécessitant des niveaux de TEB inférieurs.

Les usagers acceptent que les modes radioélectriques de transmission entraînent des interruptions intermittentes provoquées par des évanouissements dus aux trajets multiples et par des occultations. Cependant, les usagers ne tolèrent pas qu'ils aient à procéder à la recombinaison de numéro pour rétablir les communications. Ainsi, pour les liaisons de communication, il est important de maintenir la synchronisation pendant une durée appréciable même dans des conditions de propagation dégradée.

2.2 Objectifs de caractéristiques de qualité admis par hypothèse

2.2.1 Signaux vocaux

Un codec à excitation à bandes multiples amélioré fonctionnant avec un débit de données de 6,4 kbit/s (y compris la correction des erreurs) est présumé nécessaire pour évaluer les caractéristiques de qualité dans le mode de signaux vocaux. Des essais subjectifs ont montré que le TEB du canal ne devait pas dépasser 4×10^{-2} afin de maintenir la qualité de voix nécessaire comme indiqué dans le § 1.1.

2.2.2 Données

Pour la transmission des données, un TEB de bande de base de 1×10^{-5} (après codage de correction des erreurs du canal) permet en pratique à tous les messages d'être correctement interprétés sans mesures spéciales de correction des erreurs. Dans les cas où on utilise en complément des systèmes de correction d'erreurs par détection et retransmission, un TEB de canal de 1×10^{-5} donnera lieu à quelques retransmissions et présentera un rendement de débit élevé.

2.2.3 Signalisation

Pour les transmissions de signalisation dans la bande passante un TEB moyen de 1×10^{-3} assure une faible probabilité d'erreur dans un message de signalisation et les protocoles de signalisation peuvent efficacement réduire les erreurs qui se produisent quand même. La conception des modes de signaux vocaux et de données doit permettre que les spécifications de caractéristiques de qualité pour la signalisation soient satisfaites aux conditions de liaison correspondant aux objectifs de qualité minimale du canal.

3 Canal numérique pour liaisons radioélectriques avec station terrienne transportable du SMS (débit binaire allant jusqu'à 16 kbit/s)

3.1 Spécifications d'utilisateur

Les spécifications d'utilisateur applicables à ce service sont semblables aux spécifications applicables au canal numérique «universel» du SMS, mais en plus les usagers s'attendent à une meilleure fiabilité des canaux (moins d'interruptions provoquées par les dégradations de liaison de transmission). En outre, l'équipement des canaux numériques pour liaisons radioélectriques avec station terrienne transportable du SMS, est à même de prendre en charge des débits binaires de canal plus élevés avec une disponibilité globale de liaison plus élevée; c'est pourquoi cet équipement est mieux approprié pour permettre de profiter des options d'utilisateur du réseau de Terre.

L'emploi d'un codec à débit binaire élevé fournit une meilleure qualité vocale et peut ainsi mieux «résister» aux dégradations des canaux. De plus, le codec vocal évolué à codage par prédiction adaptative de 16 kbit/s présente l'avantage d'être transparent à la transmission analogique de télécopie et de signalisation ainsi qu'aux données transmises dans la bande vocale avec un débit binaire allant jusqu'à 2,4 kbit/s.

Dans le cas de communications de données, les caractéristiques de qualité du TEB du canal de données doivent être compatibles avec les caractéristiques de qualité atteintes dans les réseaux de Terre. Un canal de données ayant un TEB de 1×10^{-5} répond à ce critère, avec un débit binaire de transmission de données allant jusqu'à 9,6 kbit/s.

Dans le cas des transmissions de signalisation dans la bande passante, des spécifications semblables à celles du canal numérique «universel» du SMS sont suffisantes, et elles peuvent être atteintes dans le canal vocal en ajoutant une redondance relativement faible aux bits de canal.

3.2 Objectifs de caractéristiques de qualité admis par hypothèse

3.2.1 Voix

Il est nécessaire d'avoir un TEB de 1×10^{-2} pour atteindre le niveau de qualité élevé requis du codec vocal de débit binaire élevé.

3.2.2 Données

TEB de 1×10^{-5} .

4 Canaux numériques de messagerie «d'enregistrement et de retransmission» du SMS (débit binaire allant jusqu'à 600 bit/s)

4.1 Spécifications d'usager

Le canal de messagerie est conçu comme un support sans erreur pour le transfert de message, utilisant un protocole de demande de répétition automatique (ARQ) comme système de correction d'erreur avec circuit de retour de niveau élevé. Le TEB requis est choisi en vue de rendre minimale l'énergie totale par longueur de message, pendant une transaction de transfert de message. Un TEB plus élevé entraînerait davantage d'activité du système de correction d'erreur ARQ, augmentant ainsi l'énergie totale nécessaire pour le transfert de message. Un meilleur TEB conduirait à augmenter la p.i.r.e. du satellite.

4.2 Objectifs de caractéristiques de qualité admis par hypothèse

TEB de 4×10^{-5} .

ANNEXE 2

Méthode de répartition du pourcentage de temps global pour lequel la liaison est disponible entre la liaison de service et la liaison de connexion

Les liaisons montantes et les liaisons descendantes sont normalement conçues de façon à ce que le pourcentage global de temps pendant lequel la liaison est disponible soit en grande partie déterminé par la liaison de service. Ceci signifie que la liaison de service est soumise à une limitation de puissance beaucoup plus étroite.

Le pourcentage de temps pendant lequel la liaison est disponible de bout en bout peut être obtenu en répartissant les pourcentages du temps disponibles aux liaisons montantes et aux liaisons descendantes en ayant recours au Tableau 1.

TABLEAU 1

Sens de transmission	Trajet radioélectrique	Pourcentage de temps pendant lequel la liaison est disponible
Aller	Liaison montante de connexion	$(1 - (1 - A) \cdot 0,1) \cdot 100$
	Liaison descendante de service	$A/A_{f,u}$
Retour	Liaison descendante de connexion	$(1 - (1 - A) \cdot 0,1) \cdot 100$
	Liaison montante de service	$A/A_{f,d}$

A : disponibilité dans le temps de la liaison radioélectrique globale

$A_{f,u}$: disponibilité dans le temps de la liaison de connexion montante aller

$A_{f,d}$: disponibilité dans le temps de la liaison de connexion descendante retour.

Par exemple, une spécification de disponibilité de liaison de bout en bout de 90% peut être obtenue avec une spécification de liaison de service de 90,9% et une spécification de disponibilité de liaison de connexion de 99%.

Dans la méthode de répartition décrite ci-dessus, il est attribué à la liaison de connexion 10% de l'indisponibilité totale de la liaison. L'attribution d'une indisponibilité plus importante à la liaison de connexion donnerait lieu à une augmentation appréciable dans la spécification de disponibilité de la liaison de service. Au contraire, la réduction de l'indisponibilité attribuée à la liaison de connexion entraînera peu ou pas de changement de la spécification de la liaison de service, c'est-à-dire que la disponibilité de la liaison globale est dominée par la liaison de service.
