

RECOMMANDATION UIT-R F.634-4*

OBJECTIFS DE QUALITÉ EN MATIÈRE D'ERREUR POUR LES LIAISONS RÉELLES PAR FAISCEAUX HERTZIENS NUMÉRIQUES FAISANT PARTIE DE LA PARTIE À QUALITÉ ÉLEVÉE DE CONNEXIONS NUMÉRIQUES INTERNATIONALES À UN DÉBIT BINAIRE INFÉRIEUR AU DÉBIT PRIMAIRE DANS UN RÉSEAU NUMÉRIQUE À INTÉGRATION DE SERVICES

(1986-1990-1991-1994-1997)

Domaine d'application

La présente Recommandation contient les objectifs de qualité en matière d'erreur pour les liaisons réelles par faisceaux hertziens numériques faisant partie de la partie à qualité élevée de connexions numériques internationales à un débit binaire inférieur au débit primaire dans un réseau numérique à intégration de services. Elle contient aussi des indications sur les facteurs à prendre en considération pour déterminer les caractéristiques de qualité requises pour les liaisons réelles par faisceaux hertziens numériques faisant partie d'un circuit de qualité élevée d'un réseau numérique à intégration de services.

Il convient de noter que la présente Recommandation ne peut être utilisée que pour les systèmes conçus avant l'approbation de la Recommandation UIT-R F.1668 en 2004.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que la Recommandation UIT-R F.594, qui s'applique au débit de $N \times 64$ kbit/s ($1 \leq N < 24$ (ou respectivement < 32)), énonce les objectifs de qualité en matière d'erreur d'un conduit numérique fictif de référence (CNFR) de 2 500 km à qualité élevée et à débit binaire inférieur au débit primaire pour les faisceaux hertziens numériques (Note 1);
- b) que la Recommandation UIT-T G.921 énonce les objectifs de qualité du réseau pour les sections numériques;
- c) que les conduits réels faisant partie de la partie à qualité élevée d'un réseau numérique à intégration de services (RNIS) ont parfois une composition différente de celle du CNFR (voir la Fig. 1 de la Recommandation UIT-R F.556) et partagent des liaisons par faisceaux hertziens de longueur inférieure à 2 500 km avec d'autres liaisons numériques;
- d) que les variations saisonnières et annuelles des conditions de propagation font qu'il est difficile, par voie de mesures directes sur des systèmes réels, de vérifier la conformité avec les Recommandations relatives à la qualité de fonctionnement des systèmes numériques et qu'il est nécessaire, par conséquent, de donner des conseils pratiques sur la manière d'appliquer ces Recommandations;
- e) qu'en conséquence, il faut définir des objectifs concernant les taux d'erreur binaire (TEB) admissibles qui puissent servir de guide lors de la conception et de la planification des liaisons réelles par faisceaux hertziens appartenant à la partie à qualité élevée d'un RNIS;
- f) que les Recommandations UIT-R F.1092 et UIT-R F.1189, fondées sur la Recommandation UIT-T G.826, donnent des objectifs de qualité en matière d'erreur pour les conduits numériques à débit binaire constant égal ou supérieur au débit primaire utilisant des faisceaux hertziens numériques et pouvant respectivement faire partie des tronçons international et national d'un conduit fictif de référence de 27 500 km,

recommande

- 1** que la qualité en matière d'erreur soit évaluée en fonction des événements secondes avec erreurs et secondes avec beaucoup d'erreurs et des paramètres taux de secondes avec erreurs et taux de secondes avec beaucoup d'erreurs, tels qu'ils sont définis dans la Recommandation UIT-T G.821 (voir aussi la Recommandation UIT-R F.594);
- 2** que les objectifs de qualité suivants en matière d'erreur soient respectés dans la conception et la planification des liaisons numériques réelles par faisceaux hertziens de longueur, L (km), comprise entre 280 et 2 500 km, assurant des connexions à un débit binaire inférieur au débit primaire et devant faire partie d'un circuit à qualité élevée dans un RNIS, ceci pour chaque sens de la connexion à $N \times 64$ kbit/s ($1 \leq N < 24$ (ou respectivement < 32)) (Notes 1, 2, 3 et 6):

* La Commission d'études 5 des radiocommunications a apporté des modifications de forme à la présente Recommandation en 2012 conformément à la Résolution UIT-R 1.

- 2.1** que le taux de secondes avec erreurs ne dépasse pas $(L/2\ 500) \times 0,0032$ dans un mois quelconque (Note 5);
- 2.2** que le taux de secondes avec beaucoup d'erreurs ne dépasse pas $(L/2\ 500) \times 0,00054$ dans un mois quelconque (Note 5);
- 3** que les indications données en Annexe 1 soient utilisées pour ce qui est des facteurs à prendre en considération pour déterminer les caractéristiques de qualité requises pour des liaisons réelles par faisceaux hertziens numériques faisant partie d'un circuit de qualité élevée d'un RNIS.

NOTE 1 – N est inférieur à 24 dans la hiérarchie à 1,544 Mbit/s et inférieur à 32 dans la hiérarchie à 2,048 Mbit/s.

NOTE 2 – Avant l'approbation des Recommandations UIT-R F.1092 (1994) et UIT-R F.1189 (1995), des liaisons réelles par faisceaux hertziens numériques faisant partie de la partie à qualité élevée d'un RNIS ont été conçues, et ce par l'application directe au débit binaire du système des objectifs de qualité en matière d'erreur spécifiés dans la version antérieure de la présente Recommandation (c'est-à-dire la version publiée en 1994 de la Recommandation UIT-R F.634-3). En conséquence, des règles de conversion ont été proposées en vue de normaliser à 64 kbit/s les résultats des mesures de qualité en matière d'erreur obtenus au débit binaire du système (voir l'Annexe 2).

NOTE 3 – Les objectifs de qualité pour les circuits de longueur inférieure à 280 km demeurent à l'étude.

NOTE 4 – En ce qui concerne les objectifs de qualité en matière d'erreur pour les circuits de longueur supérieure à 2 500 km, voir le § 1.1 de l'Annexe 1.

NOTE 5 – Le terme «mois quelconque», utilisé dans la présente Recommandation, est défini dans la Recommandation UIT-R P.581. Dans le cas où des mesures sont effectuées pour vérifier la conformité avec la présente Recommandation, il faut aussi évaluer les conditions de propagation et les comparer avec les données de propagation représentant les conditions du «mois quelconque».

NOTE 6 – Les objectifs de taux de secondes avec erreurs et de taux de secondes avec beaucoup d'erreurs concernent toutes les dégradations de qualité autres que l'indisponibilité.

NOTE 7 – Cette Recommandation n'est applicable que lorsque le système est considéré comme disponible, au sens de la Recommandation UIT-R F.557; elle s'applique lorsque le nombre de secondes consécutives avec beaucoup d'erreurs ne dépasse pas 10. Le cas où ce nombre vaut ou dépasse 10 est traité dans la Recommandation UIT-R F.557.

NOTE 8 – Il convient de noter que les spécifications de la présente Recommandation visent à satisfaire aux objectifs de qualité concernés énoncés dans les Recommandations UIT-T G.821 et UIT-T G.921 dans toutes les conditions normales d'exploitation envisagées.

ANNEXE 1

Facteurs à prendre en considération pour déterminer les caractéristiques de qualité requises pour les liaisons réelles par faisceaux hertziens numériques faisant partie d'un circuit de qualité élevée d'un RNIS

Dans la présente Annexe, on examine les facteurs à prendre en considération pour déterminer les caractéristiques de qualité requises pour les liaisons réelles par faisceaux hertziens numériques faisant partie d'un circuit de qualité élevée d'un RNIS.

1 Objectifs de qualité pour des liaisons numériques réelles par faisceaux hertziens

1.1 Considérations générales

Pour les objectifs de qualité en matière d'erreur binaire, l'UIT-T a défini dans sa Recommandation UIT-T G.821 une connexion numérique fictive de référence à un débit binaire inférieur au débit primaire. Celle-ci est divisée en plusieurs parties ayant des qualités de circuits différentes: «qualité élevée», «qualité moyenne» et «qualité locale». La dégradation de transmission admissible est répartie entre ces parties selon des pourcentages fixes. Pour les parties à qualité locale et à qualité moyenne, la répartition se fait sur la base d'une attribution en bloc; pour la partie à qualité élevée, il s'agit d'une attribution proportionnelle à la distance.

Conformément à la Recommandation UIT-T G.821, le CNFR présenté dans la Recommandation UIT-R F.556 et les objectifs correspondants en matière d'erreur pour le CNFR à un débit binaire inférieur au débit primaire indiqués dans la Recommandation UIT-R F.594 et applicables aux faisceaux hertziens numériques de qualité élevée, constituent la première étape de la subdivision. Pour permettre à chaque administration de spécifier des valeurs de qualité pour le système de transmission, il faut effectuer une autre subdivision, en sections numériques fictives de référence (SNFR). Dans le cas des systèmes numériques de la hiérarchie à 2 Mbit/s, ces sections sont indiquées dans la Recommandation UIT-T G.921. On définit quatre classes de qualité des SNFR, à chacune desquelles on attribue un pourcentage fixe de dégradation de la qualité. La section de classe 1 correspond à un circuit de «qualité élevée», mais peut aussi être utilisée dans la partie «qualité moyenne». Les classes 2 à 4 intéressent uniquement la partie «qualité moyenne» (voir la Recommandation UIT-R F.696). Des renseignements sur la partie «qualité locale» qui représente exclusivement la ligne d'abonné, sont présentés dans la Recommandation UIT-R F.697.

La Recommandation UIT-R F.594 précise les objectifs de qualité pour les CNFR tels qu'ils sont définis dans la Recommandation UIT-R F.556. Les liaisons réelles diffèrent des CNFR tant par leur longueur que par leur composition et il est, par conséquent, souhaitable d'établir des objectifs de planification concernant les TEB admissibles de ces conduits, notamment pour ceux qui sont plus courts que les CNFR.

Pour les liaisons réelles, deux points sont généralement à prendre en considération:

- trouver une méthode permettant de répartir les objectifs précisés dans la Recommandation UIT-R F.594 pour des systèmes devant être connectés en tandem afin de former des conduits similaires aux CNFR;
- tenir compte des Recommandations UIT-T G.821 et UIT-T G.921 pour déterminer les objectifs applicables aux liaisons numériques par faisceaux hertziens utilisées dans les parties à qualité moyenne et à qualité locale d'une connexion dans un RNIS.

Il doit être noté que dans certains pays, la longueur des liaisons réelles peut être supérieure à 2 500 km.

Dans ce cas, les objectifs indiqués au § 2 du *recommande* peuvent être appliqués aux liaisons dont la longueur réelle L est supérieure à 2 500 km, mais le taux de secondes avec beaucoup d'erreurs évalué pour la longueur totale L de la liaison ne devrait pas dépasser l'objectif $0,0005 + (L/2\,500) \times 0,00004$ dans un mois quelconque.

Etant donné que la qualité de fonctionnement des faisceaux hertziens numériques dépend des évanouissements, il est généralement admis que le comportement de toute section du CNFR est statistiquement indépendant. Dans cette hypothèse, il sera possible de déterminer mathématiquement la qualité de fonctionnement d'un CNFR à l'aide de la convolution des fonctions de densité de probabilité de toutes les sections. Toutefois, ce procédé n'est pas applicable en pratique, étant donné que la fonction de densité de probabilité n'est pas connue de manière suffisamment détaillée.

L'exemple de la Fig. 1 illustre un autre principe important découlant de l'application de la Recommandation UIT-T G.102. Cette Recommandation souligne la nécessité d'une marge entre les objectifs de qualité du réseau et les objectifs pour la conception d'équipement qui correspondent essentiellement aux prévisions de la qualité pour chaque bond (voir également le § 2.5.5 de la Recommandation UIT-T G.102). Sur la Fig. 1, l'interruption prévue pour le bond en question (voir la Recommandation UIT-R F.1093) ne représente qu'une partie de l'objectif; 10% sont attribués au brouillage provenant du service fixe par satellite (SFS), tandis que le reste est utilisé comme marge pour tenir compte des imprécisions de la méthode de prévision des interruptions ainsi que d'autres effets non identifiés.

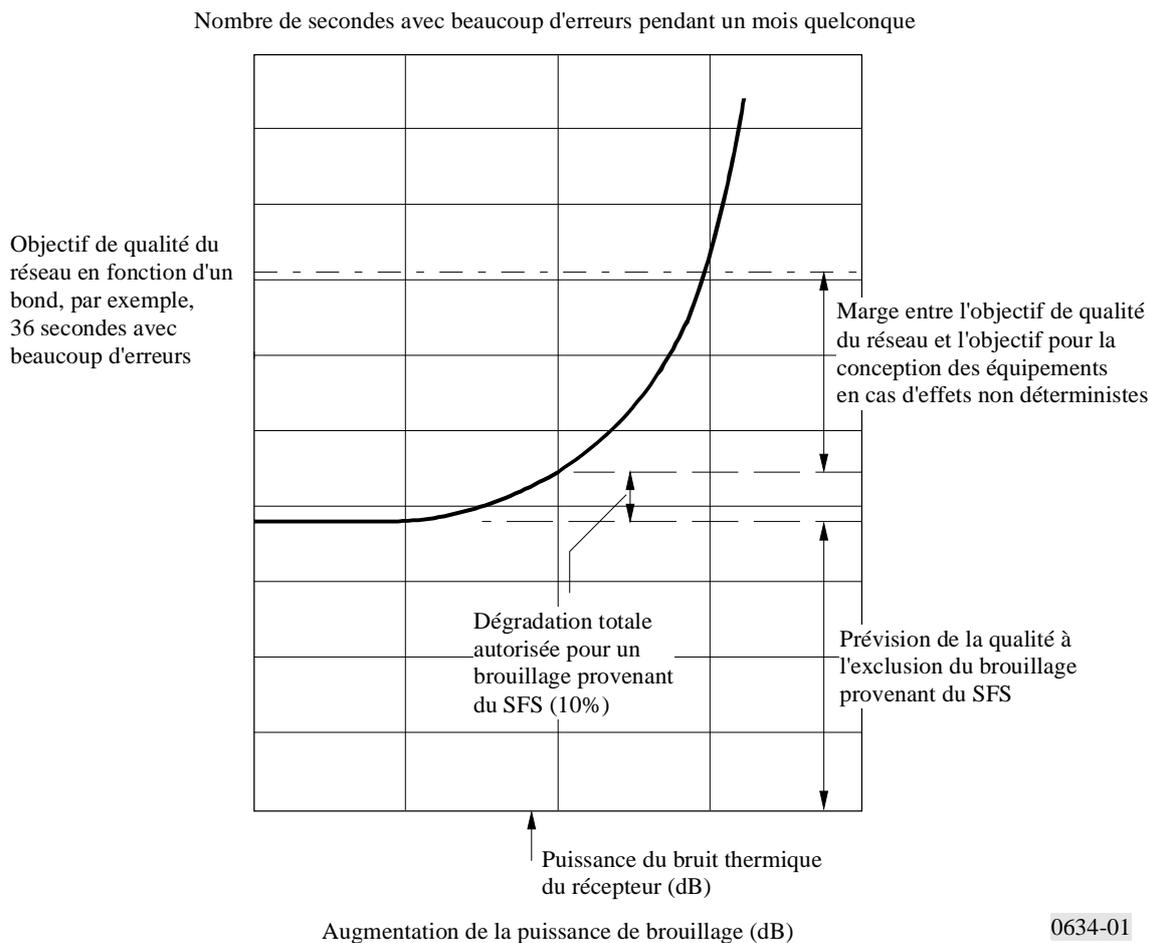
Il est nécessaire de vérifier que tous les objectifs de la présente Recommandation sont satisfaits lors de la conception des liaisons, y compris le taux de secondes avec beaucoup d'erreurs et le taux de secondes avec erreurs.

Les méthodes de prévision de la qualité de fonctionnement sont examinées dans la Recommandation UIT-R F.1093 et les modèles évaluent en général le pourcentage de temps durant lequel un TEB de 1×10^{-3} sera dépassé pendant le mois le plus défavorable à cause des évanouissements par trajets multiples. Une expérience portant sur des mesures de la qualité de fonctionnement a montré que la plus grande partie de ce temps est composée d'événements d'une durée inférieure à 10 s. Pour cette raison, dans le cas le plus défavorable d'affaiblissement par trajets multiples envisagé, on pourra considérer que l'on a des secondes avec beaucoup d'erreurs et non des temps d'indisponibilité (voir la Recommandation UIT-R F.557 concernant la définition de l'indisponibilité).

1.2 Objectifs de qualité du réseau et objectifs de conception d'équipement

La Recommandation UIT-T G.801 décrit l'application de modèles de transmission numériques pour la spécification et la subdivision des paramètres de transmission. Elle montre comment on peut utiliser un modèle de référence national pour en déduire des objectifs de qualité du réseau et des objectifs de conception d'équipement pour des trajets de transmission réels, sur la base des objectifs énoncés pour les connexions numériques fictives de référence, les liaisons numériques fictives de référence (LNFR) et les SNFR. Cette méthode est applicable à tous les supports de transmission, donc aussi aux faisceaux hertziens.

FIGURE 1
 Dégradations de la qualité dues au SFS



A l'aide de ces SNFR, chaque administration peut établir son propre modèle de référence, adapté aux conditions de son réseau national. Il faut s'assurer cependant que ce modèle répond aux objectifs énoncés dans la Recommandation UIT-T G.821. Si l'on veut obtenir un modèle de réseau représentatif, il faut que les diverses parties du réseau soient constituées de sections numériques, dans des conditions telles que le maximum de liaisons réelles soient prises en compte. On peut ensuite déterminer pour chaque partie du réseau modèle, une attribution en bloc à partir de la disposition choisie pour les sections numériques et des pourcentages qui leur correspondent. Cette attribution en bloc représente un objectif de qualité du réseau pour les parties concernées de ce réseau, objectif qui doit être atteint par les liaisons réelles. En termes de conception, tous les systèmes de faisceaux hertziens utilisés dans ces parties du réseau doivent pouvoir répondre à l'objectif de qualité du réseau applicable. Dans cette méthode, se trouvent définis les systèmes de faisceaux hertziens à utiliser (bande de fréquences, débit binaire, etc.) et le nombre maximal de bonds pour chaque partie du réseau. L'influence de l'environnement est prise en compte ainsi que le vieillissement des équipements, ce qui permettra par la suite de spécifier les objectifs de conception des équipements. Si, dans la pratique, les liaisons réelles installées n'utilisent pas toute l'allocation relative à une partie donnée du modèle du réseau, par exemple, si elles comportent moins de bonds, il est proposé que la liaison dispose encore, cependant, de l'allocation globale. L'objet de cette démarche est de réduire les contraintes pour ce qui concerne la conception du système. Par exemple, on pourrait limiter l'utilisation de la diversité d'emplacement et l'emploi d'égaliseurs temporels adaptatifs, utiliser des antennes de plus petite taille et des émetteurs de plus faible puissance et fournir des allocations de qualité appropriées à des longueurs de bond surdimensionnées.

1.3 Mécanismes de défaillance intermittente

Il arrive qu'un système fonctionne mal par intermittence avant qu'une panne complète se produise. Il importe, pour conserver un bon service, de détecter cette situation dès que possible et de prendre des mesures correctives.

2 Objectifs de qualité en matière d'erreur pour des périodes inférieures à un mois

Les critères indiqués dans la Recommandation UIT-T G.821 (et donc dans la Recommandation UIT-R F.594 et dans la présente Recommandation) correspondent en général à des périodes trop longues pour être utilisées comme critères de déclenchement d'opérations de maintenance ou pour les essais de mise en service des circuits. Des mesures effectuées sur des périodes plus courtes (par exemple, une journée) seront peut-être nécessaires pour déterminer si un circuit est en état de fonctionner ou s'il doit faire l'objet d'une maintenance.

Les systèmes radioélectriques diffèrent des systèmes sur câbles en ce sens que les dégradations importantes de la qualité (c'est-à-dire celles dues aux évanouissements) se concentrent en général sur un petit nombre de jours alors que dans le cas des systèmes sur câbles, elles se répartissent généralement de façon aléatoire sur l'ensemble du mois. Pour cette raison, les modèles mathématiques qu'étudie actuellement l'UIT-T pour décrire la répartition des dégradations de la qualité sur un mois ne conviendront peut-être pas pour les systèmes radioélectriques. Cette question nécessite une étude active.

Des mesures effectuées dans les conditions de l'exploitation, ont montré que les faisceaux hertziens ne peuvent pas respecter les objectifs de qualité journaliers découlant d'une répartition linéaire du CNFR de 2 500 km en distance et en temps. Les mesures montrent qu'un objectif de qualité journalier de 20% de l'objectif pour un mois peut être atteint pour les critères de secondes avec beaucoup d'erreurs et de secondes avec erreurs. D'autres mesures sont nécessaires pour confirmer la validité de ces limites. Toutefois, les paramètres de la Recommandation UIT-T G.821 ne sont pas idéaux pour contrôler la qualité des faisceaux hertziens pendant de courtes périodes de temps, en particulier quand des évanouissements causent des distributions en salves d'erreurs. Toute évaluation de qualité fondée sur une seule période de mesure de 24 h sera entachée d'un degré significatif d'incertitude. Il est en conséquence proposé que toute limite utilisée pendant des périodes de moins d'un mois ne le soit que si des données pertinentes viennent à l'appui, par exemple:

- autres paramètres du système (par exemple, niveau et tendances de la commande automatique de gain),
- données météorologiques locales,
- qualité de fonctionnement d'autres liaisons radioélectriques dans la même région,
- historique de la qualité du système radioélectrique.

3 Brouillage provenant du SFS

Un grand nombre de bandes de fréquences utilisées par les faisceaux hertziens sont désormais utilisées en partage avec le SFS. Les brouillages causés par ce service aux systèmes radioélectriques numériques sont, en général, de deux types:

- ceux provenant de stations terriennes dans les bandes utilisées pour les liaisons montantes;
- ceux provenant de satellites dans les bandes utilisées pour les liaisons descendantes.

Les limites de ces dégradations pour un CNFR de 2 500 km sont indiquées dans la Recommandation UIT-R SF.615 et sont présentées dans le Tableau 1.

TABLEAU 1

Limites recommandées pour les dégradations de la qualité et de la disponibilité dues à des brouillages provenant d'une utilisation en partage avec le SFS

Critère	Objectif pour un CNFR de 2 500 km (Recommandations UIT-R F.594 et UIT-R F.557)	Allocation pour une utilisation en partage de la bande
1) Taux de secondes avec beaucoup d'erreurs	0,00054 dans un mois quelconque	0,000054 dans un mois quelconque
2) Taux de secondes avec erreurs	0,0032 dans un mois quelconque	0,00032 dans un mois quelconque
3) Indisponibilité	0,3% d'une période probablement supérieure à un an	0,03% d'une période probablement supérieure à un an

Il faut prévoir la répartition de ces dégradations lorsqu'on établit les objectifs pour des liaisons réelles avec des systèmes fonctionnant dans les mêmes bandes. Il est donc nécessaire d'examiner la façon de répartir les allocations du Tableau 1 entre liaisons plus courtes.

Dans les modèles de partage précédents, on partait de l'hypothèse selon laquelle une ou deux stations seulement d'un CNFR de 2 500 km seraient sérieusement affectées par ce genre de brouillage. Autrement dit, la plupart des dégradations énumérées dans le Tableau 1 pourraient être attribuées à un ou deux bonds et les critères de partage (par exemple, limites de puissance surfacique, limites de la puissance isotrope rayonnée équivalente), pourraient être établis sur cette base.

Toutefois, cette hypothèse pourrait s'avérer peu réaliste à l'avenir, étant donné que le nombre de stations terriennes augmente d'une manière générale (en particulier dans le cas des systèmes fonctionnant au-dessus de 10 GHz) et que ces stations sont souvent situées à proximité de grandes villes. En conséquence, le nombre de récepteurs de faisceaux hertziens affectés augmentera également. Il pourrait en résulter des dégradations ultérieures de la qualité dont il n'aurait pas été tenu compte dans la conception initiale des liaisons.

La prudence exigerait donc que l'on répartisse ces dégradations dues au SFS sur le conduit CNFR sur la base d'une analyse bond par bond. Ainsi, il serait tenu compte de la dégradation de 10% dans le bilan de qualité au moment de la conception de la liaison, comme le montre la Fig. 1 dans le cas des secondes avec beaucoup d'erreurs.

ANNEXE 2

Proposition de règles de conversion pour la normalisation à 64 kbit/s des résultats des mesures de qualité en matière d'erreur obtenus au débit binaire du système, égal ou supérieur au débit primaire

(applicable uniquement aux liaisons numériques par faisceaux hertziens conçues avant l'approbation des Recommandations UIT-R F.1092 (1994) et UIT-R F.1189 (1995))

La présente Annexe peut être utilisée pour les liaisons numériques par faisceaux hertziens qui font partie de la partie à qualité élevée d'un RNIS et qui ont été conçues avant l'approbation des Recommandations UIT-R F.1092 (1994) et UIT-R F.1189 (1995). Dans ce cas, il convient de tenir compte de la relation entre les objectifs à 64 kbit/s et les paramètres correspondants au débit binaire du système.

1 Objectifs de taux de secondes avec beaucoup d'erreurs (SESR)

Divers travaux théoriques et expérimentaux ont indiqué que la conversion directe du SESR est exacte à quelques centièmes près, soit:

$$SESR_{64} = SESR_{\text{débit binaire du système}}$$

Le SESR normalisé à 64 kbit/s peut être évalué à partir de mesures effectuées au débit binaire du système, conformément à la formule suivante:

$$SESR_{64} = Y + Z$$

où:

- Y*: taux de secondes avec beaucoup d'erreurs au débit binaire du système
- Z*: taux de secondes n'ayant pas beaucoup d'erreurs au débit binaire du système, correspondant à une ou plusieurs pertes de verrouillage de trame au débit binaire du système.

Le facteur *Z* couvre les salves d'erreurs étendues ou qui causent une perte de verrouillage de trame pendant le processus de démultiplexage entre le débit binaire du système et 64 kbit/s.

Il faut noter que *Z* peut dépendre de la conception de l'équipement de transmission et qu'il ne comprend pas nécessairement toutes les secondes n'ayant pas beaucoup d'erreurs au débit de mesure qui causeront en définitive des secondes avec beaucoup d'erreurs au niveau de 64 kbit/s. Certaines salves d'erreurs qui peuvent passer en transparence dans les démultiplexeurs au niveau hiérarchique où est survenue la salve d'erreurs sans causer une perte de verrouillage de trame à ce niveau peuvent causer des pertes de verrouillage de trame dans les démultiplexeurs aux niveaux hiérarchiques inférieurs. Par conséquent, ces événements ne peuvent pas être considérés avec précision comme des secondes avec beaucoup d'erreurs lors de la mesure de l'événement à sa source.

Dans le cas des faisceaux hertziens numériques, on pense que le facteur *Z* se situe entre 0,01 et 0,05 de la qualité de fonctionnement mesurée, *Y*.

2 Relation entre l'objectif de taux de secondes avec beaucoup d'erreurs à 64 kbit/s et les paramètres correspondants au débit binaire du système

On utilise la relation donnée ci-après.

Le taux de secondes avec beaucoup d'erreurs à 64 kbit/s est donné par:

$$\frac{1}{J} \sum_{i=1}^J (n/N)_i$$

où:

n : nombre d'erreurs dans la i^e seconde au débit binaire du système

N : débit binaire du système divisé par 64 kbit/s

J : nombre entier de périodes de 1 s (à l'exclusion du temps d'indisponibilité) comprises dans toute la période de mesure.

Le rapport $(n/N)_i$ pour la i^e seconde vaut:

$$n/N \quad \text{si} \quad 0 < n < N$$

ou

$$1 \quad \text{si} \quad n > N.$$

Cette relation est pessimiste car elle suppose que les erreurs qui se produisent au débit binaire du système sont uniformément distribuées entre les canaux à 64 kbit/s.

Dans la pratique, la distribution des erreurs n'étant pas uniforme, le résultat effectivement obtenu à 64 kbit/s est meilleur que la valeur calculée d'après la formule donnée ci-dessus.

Des mesures en grandeur réelle concordent avec une conversion moins sévère qui admet une distribution de Poisson des erreurs se produisant au débit binaire en ligne dans les canaux à 64 kbit/s.

Une façon pratique d'utiliser la formule ci-dessus consiste à calculer la probabilité $(n/N)_i$ d'avoir une seconde avec erreurs à 64 kbit/s pour chaque seconde i et à additionner ces probabilités sur toutes les secondes J de la période de mesure (un mois par exemple). On obtient ainsi une estimation du nombre total de secondes avec erreurs à 64 kbit/s. En divisant par J , on a le taux de secondes avec beaucoup d'erreurs dans la période de mesure. La précision de la méthode dépend de la conversion qui s'effectue à chaque seconde par application de la formule ci-dessus. Des mesures ont montré que cette méthode donne des résultats qui tiennent dans $\pm 25\%$ du nombre réel de secondes avec erreurs, obtenu par démultiplexage du signal jusqu'à 64 kbit/s. Il faut que le circuit de contrôle effectue les opérations décrites ci-dessus en temps réel, c'est-à-dire qu'il compte les erreurs binaires toutes les secondes au débit binaire du système, tronque les nombres à $n = N$, puis les cumule et les multiplie par le facteur voulu. L'expérience tend à démontrer que des objectifs de taux de secondes avec beaucoup d'erreurs à des débits plus élevés sont difficiles à établir car fortement dépendants du type particulier d'équipement radioélectrique et de trajet. Il est donc recommandé de n'appliquer ou de n'utiliser les objectifs de taux de secondes avec beaucoup d'erreurs qu'à 64 kbit/s.

Pour estimer la qualité d'un système au débit de 64 kbit/s, on peut faire appel à une méthode de démultiplexage sélectif qui consiste à extraire du signal à haut débit un signal secondaire d'erreur au moyen d'un échantillonnage à 64 kbit/s.