

# UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

# Y.1541

**Amendement 2**  
(01/2007)

SÉRIE Y: INFRASTRUCTURE MONDIALE DE  
L'INFORMATION, PROTOCOLE INTERNET ET  
RÉSEAUX DE PROCHAINE GÉNÉRATION

Aspects relatifs au protocole Internet – Qualité de service  
et performances de réseau

---

Objectifs de performances de réseau pour les  
services en mode IP

**Amendement 2: Nouvel Appendice XI –  
Emulation de circuits numériques (RNIS) sur  
réseaux IP: spécifications**

Recommandation UIT-T Y.1541 (2006) –  
Amendement 2

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE Y  
**INFRASTRUCTURE MONDIALE DE L'INFORMATION, PROTOCOLE INTERNET ET RÉSEAUX DE  
 PROCHAINE GÉNÉRATION**

<b>INFRASTRUCTURE MONDIALE DE L'INFORMATION</b>	
Généralités	Y.100–Y.199
Services, applications et intergiciels	Y.200–Y.299
Aspects réseau	Y.300–Y.399
Interfaces et protocoles	Y.400–Y.499
Numérotage, adressage et dénomination	Y.500–Y.599
Gestion, exploitation et maintenance	Y.600–Y.699
Sécurité	Y.700–Y.799
Performances	Y.800–Y.899
<b>ASPECTS RELATIFS AU PROTOCOLE INTERNET</b>	
Généralités	Y.1000–Y.1099
Services et applications	Y.1100–Y.1199
Architecture, accès, capacités de réseau et gestion des ressources	Y.1200–Y.1299
Transport	Y.1300–Y.1399
Interfonctionnement	Y.1400–Y.1499
<b>Qualité de service et performances de réseau</b>	<b>Y.1500–Y.1599</b>
Signalisation	Y.1600–Y.1699
Gestion, exploitation et maintenance	Y.1700–Y.1799
Taxation	Y.1800–Y.1899
<b>RÉSEAUX DE PROCHAINE GÉNÉRATION</b>	
Cadre général et modèles architecturaux fonctionnels	Y.2000–Y.2099
Qualité de service et performances	Y.2100–Y.2199
Aspects relatifs aux services: capacités et architecture des services	Y.2200–Y.2249
Aspects relatifs aux services: interopérabilité des services et réseaux dans les réseaux de prochaine génération	Y.2250–Y.2299
Numérotage, nommage et adressage	Y.2300–Y.2399
Gestion de réseau	Y.2400–Y.2499
Architectures et protocoles de commande de réseau	Y.2500–Y.2599
Sécurité	Y.2700–Y.2799
Mobilité généralisée	Y.2800–Y.2899

*Pour plus de détails, voir la Liste des Recommandations de l'UIT-T.*

# **Recommandation UIT-T Y.1541**

## **Objectifs de performances de réseau pour les services en mode IP**

### **Amendement 2**

#### **Nouvel Appendice XI – Emulation de circuits numériques (RNIS) sur réseaux IP: spécifications**

#### **Source**

L'Amendement 2 de la Recommandation UIT-T Y.1541 (2006) a été agréé le 25 janvier 2007 par la Commission d'études 12 (2005-2008) de l'UIT-T.

## AVANT-PROPOS

L'UIT (Union internationale des télécommunications) est une institution spécialisée des Nations Unies dans le domaine des télécommunications. L'UIT-T (Secteur de la normalisation des télécommunications) est un organe permanent de l'UIT. Il est chargé de l'étude des questions techniques, d'exploitation et de tarification, et émet à ce sujet des Recommandations en vue de la normalisation des télécommunications à l'échelle mondiale.

L'Assemblée mondiale de normalisation des télécommunications (AMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'étude à traiter par les Commissions d'études de l'UIT-T, lesquelles élaborent en retour des Recommandations sur ces thèmes.

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

Dans certains secteurs des technologies de l'information qui correspondent à la sphère de compétence de l'UIT-T, les normes nécessaires se préparent en collaboration avec l'ISO et la CEI.

## NOTE

Dans la présente Recommandation, l'expression "Administration" est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation reconnue.

Le respect de cette Recommandation se fait à titre volontaire. Cependant, il se peut que la Recommandation contienne certaines dispositions obligatoires (pour assurer, par exemple, l'interopérabilité et l'applicabilité) et considère que la Recommandation est respectée lorsque toutes ces dispositions sont observées. Le futur d'obligation et les autres moyens d'expression de l'obligation comme le verbe "devoir" ainsi que leurs formes négatives servent à énoncer des prescriptions. L'utilisation de ces formes ne signifie pas qu'il est obligatoire de respecter la Recommandation.

## DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

L'UIT attire l'attention sur la possibilité que l'application ou la mise en œuvre de la présente Recommandation puisse donner lieu à l'utilisation d'un droit de propriété intellectuelle. L'UIT ne prend pas position en ce qui concerne l'existence, la validité ou l'applicabilité des droits de propriété intellectuelle, qu'ils soient revendiqués par un membre de l'UIT ou par une tierce partie étrangère à la procédure d'élaboration des Recommandations.

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT avait été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux développeurs de consulter la base de données des brevets du TSB sous <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2007

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

## TABLE DES MATIÈRES

	<b>Page</b>
Appendice XI – Emulation de circuits numériques (RNIS) sur réseaux IP: spécifications.....	1
XI.1 Introduction .....	1
XI.2 Hypothèses relatives à la mise en paquets et au transport.....	1
XI.3 Fourchette des spécifications de perte de paquets.....	1
XI.4 Incidence de la correction d'erreur directe.....	2
XI.5 Références .....	3



# Recommandation UIT-T Y.1541

## Objectifs de performances de réseau pour les services en mode IP

### Amendement 2

#### Nouvel Appendice XI – Emulation de circuits numériques (RNIS) sur réseaux IP: spécifications

(Le présent appendice ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation)

##### XI.1 Introduction

Le présent appendice vise à établir des spécifications relatives à la perte de paquets pour la prise en charge du service "clearmode" RNIS I.231.1 sur un réseau IP, sur la base des spécifications de [UIT-T G.826] concernant les taux d'erreur dans les systèmes de transmission acheminant des connexions RNIS. Il a aussi pour objet d'examiner l'assouplissement éventuel des exigences en matière de perte de paquets grâce à l'utilisation de techniques de correction d'erreur directe (FEC, *forward error correction*).

Nous considérons un multiplex de flux de paquets RTP en tant qu'émulation d'une connexion de transport numérique TDM, qui devrait être conforme aux spécifications de [UIT-T G.826] pour les connexions numériques. Cette analyse est fondée sur les données présentées dans les contributions tardives [UIT-T COM12-D17] et [UIT-T COM12-D83].

##### XI.2 Hypothèses relatives à la mise en paquets et au transport

Considérons la transmission d'un seul canal RNIS à large bande sous la forme d'un flux de 64 kbit/s dans des paquets de 10 ms, avec 100 paquets/s par flux. Le flux résultant de paquets RTP a un préfixe POS de 9 octets, des en-têtes RTP/UDP/IP de 40 octets et une charge utile de données d'utilisateur de 80 octets.

Supposons ensuite que le canal à large bande mis en paquets soit acheminé avec d'autres flux de 64 kbit/s mis en paquets (voix et RNIS) à travers un réseau central utilisant des systèmes de transmission STM-1. Ce système transporte une charge utile de données d'utilisateur de 92,9 Mbit/s avec un débit binaire global de 149,76 Mbit/s. La longueur de bloc pour le module STM-1 est de 18'792 bits et il y a 8'000 blocs/s. Un flux donné de 64 kbit/s forme donc un paquet tous les 80 blocs et le multiplex peut transporter environ  $149'760'000 / (129 * 8 * 100) = 1'451$  flux de 64 kbit/s. Un bloc contient environ 18 paquets provenant tous de différents flux de 64 kbit/s.

##### XI.3 Fourchette des spécifications de perte de paquets

Dans le présent paragraphe on établit le taux de perte de paquets entre interfaces UNI nécessaire pour satisfaire à différentes exigences de précision de transport.

Pour établir une spécification de perte de paquets, la première méthode s'appuie sur la spécification G.826, d'un taux de blocs erronés résiduels (BBER, *background block error ratio*) de  $2 \times 10^{-4}$ , la perte d'un seul paquet se traduisant par un bloc erroné résiduel. Le taux de perte de paquets doit donc être inférieur à  $2 \times 10^{-4} / 18 = 1,1 \times 10^{-5}$  pour respecter la spécification du taux BBER.

La deuxième méthode est fondée sur le taux de secondes erronées (ESR) de 0,16 spécifié dans [UIT-T G.826]. Etant donné que la perte d'un seul paquet se traduira par une seconde erronée (ES, *errored second*), et qu'il y a 145'100 paquets/s, le taux de perte de paquets doit être inférieur

à  $0,16/145'100 = 1,1 \times 10^{-6}$  si l'on suppose une perte de paquets aléatoire. Le taux de 0,16 n'étant pas très inférieur à 1, la probabilité finie de présence de deux erreurs dans la même seconde entraîne une petite correction, que nous avons négligée pour ce calcul approximatif. Le taux de perte de paquets déterminé à partir du taux ESR est environ 10 fois plus strict que celui obtenu à partir du taux BBER; on adoptera donc la spécification la plus rigoureuse des deux.

La troisième méthode est fondée sur les spécifications G.826, du taux ESR et du taux de secondes gravement erronées (SERS, *severely errored second ratio*) pour des connexions dont le débit est inférieur au débit primaire. Avec une mise en paquets de 10 ms, la perte d'un paquet se traduit par une perte de 640 bits de charge utile, qui doivent être remplacés par des données fictives. En moyenne, 320 bits seront erronés et, une seconde gravement erronée (SES, *severely errored second*) étant une seconde pour laquelle le taux d'erreur est de  $1,0 \times 10^{-3}$ , il y aura une SES pour les connexions dont le débit est inférieur ou égal à 320 kbit/s ( $5 \times 64$  kbit/s, nécessitant 500 paquets/s). Le taux SESR pour les connexions dont le débit est inférieur au débit primaire est de  $2 \times 10^{-3}$ . Le taux de perte de paquets doit donc être inférieur à  $2 \times 10^{-3}/500 = 4 \times 10^{-6}$  si l'on suppose une perte de paquets aléatoire.

Ainsi, les différentes spécifications énoncées dans [UIT-T G.826], aboutissent à des valeurs quelque peu différentes de perte de paquets pour un réseau IP international. Ces valeurs sont comprises entre  $1,1 \times 10^{-6}$  et  $4 \times 10^{-6}$  selon les hypothèses précitées et la spécification reprise de [UIT-T G.826]. Toutefois, ces valeurs sont beaucoup plus strictes que le taux IPLR de  $1 \times 10^{-3}$  pour les classes de qualité de service 0 à 4 de [UIT-T Y.1541].

#### **XI.4 Incidence de la correction d'erreur directe**

Pour obtenir le très faible taux de perte de paquets nécessaire pour le service I.231.1, une autre solution consiste à utiliser la correction d'erreur directe, moyennant une certaine largeur de bande et un temps de transmission supplémentaire pour une spécification moins stricte de perte de paquets. La norme RFC 2733 de l'IETF décrit un schéma de transmission protégée de flux RTP à travers des réseaux avec perte de paquets. Ce schéma permet d'utiliser différentes méthodes FEC de blocs.

Par exemple, des codes de bloc  $(n, k)$  peuvent être utilisés, générant  $n-k$  paquets redondants tous les  $k$  paquets de données et transmettant les  $n$  paquets. Les  $k$  paquets de données peuvent être récupérés à condition que les  $k$  paquets quelconques parmi les  $n$  paquets soient reçus sans perte ou sans erreur. La probabilité qu'une erreur résiduelle (erreur qui n'est pas corrigée par le schéma) affecte un bloc,  $P_b$ , est égale à la probabilité de perte de plus de  $n-k$  paquets du bloc, c'est-à-dire égale approximativement à la probabilité de perte de  $n - k + 1$  paquets du bloc. Si la perte de paquets est aléatoire, la probabilité  $P_b$  est donnée par:

$$P_b \approx \Pr(n - k + 1) = \frac{n!}{(n - k + 1)!(k - 1)!} p^{n-k+1} (1 - p)^{k-1}$$

où  $p$  est la probabilité de perte d'un seul paquet. Comme  $p \ll 1$ , le terme en  $(1 - p)$  sera toujours proche de 1 pour les petites valeurs attendues de  $k$ .

Considérons un flux de paquets de charge utile de  $R$  paquets/s. Le débit de génération de blocs est  $R/k$ . Le taux auquel ces blocs subissent une perte de plus de  $n-k$  paquets est donc de  $RP_b/k$ . Si un bloc subit une perte de plus de  $n-k$  paquets, le cas le plus défavorable est celui dans lequel aucun paquet de charge utile ne peut être récupéré du bloc, le taux de perte de paquets de charge utile après correction d'erreur directe valant alors  $kRP_b/k = RP_b$ . Il convient de comparer ce taux à un taux de perte de paquets de charge utile de  $(R \times p)$  en l'absence de FEC.  $P_b$  est donc une probabilité effective de perte de paquets après FEC.  $P_b$  peut être une surestimation de la probabilité effective de perte de paquets, lorsque le code FEC permet de récupérer certains paquets de charge utile même après une perte de plus de  $n-k$  paquets du bloc transmis.



Pour respecter les spécifications de perte de paquets établies ci-dessus, nous souhaitons que la probabilité de perte de paquets après FEC soit d'environ  $1 \times 10^{-6}$  pour un taux IPLR de  $p = 1 \times 10^{-3}$ , ce qui est le cas sur les conduits conformes aux classes 0 à 4 de [UIT-T Y.1541].

Il a été choisi d'analyser de façon plus approfondie un schéma  $(k + 1, k)$ , en raison de sa simplicité. Tout code de bloc  $(k + 1, k)$  qui ajoute un seul paquet de parité entraîne une probabilité de bloc erroné résiduel égale à un facteur numérique (supérieur à 1) multiplié par  $p^2$ . Les deux codes les plus simples sont  $(2,1)$  (simple répétition, nécessitant une double largeur de bande) et  $(3,2)$  (exigeant seulement l'application d'une opération OU exclusif, ce qui augmente la largeur de bande de  $3/2$ ).

La probabilité de présence d'une erreur dans le bloc pour le code  $(2,1)$  est juste de  $p^2$ . Pour le code  $(3,2)$ , elle est de  $3p^2$ . Pour une spécification de perte de  $1,1 \times 10^{-6}$  après correction, la spécification avant correction est de  $1,05 \times 10^{-3}$  pour le "code" de répétition  $(2,1)$ . Pour le code  $(3,2)$ , la spécification avant correction est de  $6,0 \times 10^{-4}$ . A noter qu'il s'agit de spécifications portant sur une perte de paquets totale, y compris le taux IPLR et les paquets arrivant trop tard pour être pris en compte.

La spécification  $1,05 \times 10^{-3}$  est numériquement proche des valeurs du taux IPLR pour les classes de qualité de service 0 et 1, toutefois il n'est pas tenu compte des paquets supplémentaires qui arrivent trop tard pour être pris en compte comme le permet le quantile  $1 - 10^{-3}$  utilisé dans la spécification relative à la variation du temps de transfert des paquets IP (IPDV).

Les classes de qualité de service provisoires 5 et 6 correspondent à des objectifs IPLR et à des quantiles IPDV beaucoup plus stricts (à savoir respectivement  $1 \times 10^{-5}$  et  $1 - 10^{-5}$ ). Si l'on utilise la perte globale sur la base de ces valeurs, il est évident qu'un code FEC peut être conçu de façon à satisfaire la spécification de perte de  $1,1 \times 10^{-6}$  après correction avec beaucoup moins de préfixe. Par exemple, un code  $(14,13)$  peut ramener un taux de perte de  $p = 10^{-4}$  à  $91p^2$ , ou  $9,1 \times 10^{-7}$ .

Il faut trouver un compromis entre un préfixe réduit et le temps du traitement FEC. Ce temps augmente d'au moins  $(k - 1)$  fois le temps de mise en paquets.

## **XI.5 Références**

[ITU-T COM12-D17] Contribution tardive UIT-T COM12-D17 (2005), *IP packet loss and support for emulated I.231.1 ISDN "clearmode" service*.

[ITU-T COM12-D83] Contribution tardive UIT-T COM12-D83 (2005), *On the overall packet loss specification for ISDN emulation*.

[IETF RFC 2733] IETF RFC 2733 (1999), *An RTP Payload Format for Generic Forward Error Correction*.





## SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série D	Principes généraux de tarification
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques
Série H	Systèmes audiovisuels et multimédias
Série I	Réseau numérique à intégration de services
Série J	Réseaux câblés et transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	Gestion des télécommunications y compris le RGT et maintenance des réseaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux
Série Q	Commutation et signalisation
Série R	Transmission télégraphique
Série S	Equipements terminaux de télégraphie
Série T	Terminaux des services télématiques
Série U	Commutation télégraphique
Série V	Communications de données sur le réseau téléphonique
Série X	Réseaux de données, communication entre systèmes ouverts et sécurité
<b>Série Y</b>	<b>Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet et réseaux de prochaine génération</b>
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication