

Union internationale des télécommunications

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

Y.1545

(05/2013)

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

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

**Feuille de route de la qualité de service des
réseaux interconnectés utilisant le protocole
Internet**

Recommandation UIT-T Y.1545

UIT-T



RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE Y

INFRASTRUCTURE MONDIALE DE L'INFORMATION, PROTOCOLE INTERNET, RÉSEAUX DE PROCHAINE GÉNÉRATION, INTERNET DES OBJETS ET VILLES INTELLIGENTES

INFRASTRUCTURE MONDIALE DE L'INFORMATION	
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
ASPECTS RELATIFS AU PROTOCOLE INTERNET	
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
Qualité de service et performances de réseau	Y.1500–Y.1599
Signalisation	Y.1600–Y.1699
Gestion, exploitation et maintenance	Y.1700–Y.1799
Taxation	Y.1800–Y.1899
Télévision IP sur réseaux de prochaine génération	Y.1900–Y.1999
RÉSEAUX DE PROCHAINE GÉNÉRATION	
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
Améliorations concernant les réseaux de prochaine génération	Y.2300–Y.2399
Gestion de réseau	Y.2400–Y.2499
Architectures et protocoles de commande de réseau	Y.2500–Y.2599
Réseaux de transmission par paquets	Y.2600–Y.2699
Sécurité	Y.2700–Y.2799
Mobilité généralisée	Y.2800–Y.2899
Environnement ouvert de qualité opérateur	Y.2900–Y.2999
RÉSEAUX FUTURS	Y.3000–Y.3499
INFORMATIQUE EN NUAGE	Y.3500–Y.3999

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

Recommandation UIT-T Y.1545

Feuille de route de la qualité de service des réseaux interconnectés utilisant le protocole Internet

Résumé

La Recommandation UIT-T Y.1545 est un guide destiné à aider les régulateurs et les fournisseurs de services de réseau à respecter les objectifs en termes de qualité de service.

Le mode de fonctionnement des réseaux en mode paquet traditionnels est basé sur un acheminement des paquets non garanti dit de meilleur effort. Le principe du meilleur effort s'est avéré particulièrement efficace pour la prise en charge des applications de données pas en temps réel (par exemple courrier électronique et transfert de fichiers); selon ce principe, les problèmes de transmission doivent être détectés et corrigés par l'équipement du client et des protocoles de haut niveau qui nécessitent une prise en charge satisfaisante dans le réseau.

Toutefois, le principe d'acheminement de meilleur effort n'offre pas une qualité d'expérience fiable aux utilisateurs pour la téléphonie vocale interactive et les autres applications en temps réel lorsque les limitations de largeur de bande dans le réseau accroissent considérablement le temps de transmission, la gigue et la perte de paquets. Le fonctionnement optimal de ces applications est obtenu dans les réseaux qui offrent une qualité "meilleure que le meilleur effort" pour diverses caractéristiques.

Historique

Edition	Recommandation	Approbation	Commission d'études	ID unique*
1.0	ITU-T Y.1545	2013-05-14	12	11.1002/1000/11938

Mots clés

Classes de QoS, fournisseur de services de réseau (NSP), qualité de service (QoS).

* Pour accéder à la Recommandation, reporter cet URL <http://handle.itu.int/> dans votre navigateur Web, suivi de l'identifiant unique, par exemple <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

AVANT-PROPOS

L'Union internationale des télécommunications (UIT) est une institution spécialisée des Nations Unies dans le domaine des télécommunications et des technologies de l'information et de la communication (ICT). Le Secteur de la normalisation des télécommunications (UIT-T) 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 n'avait pas 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 2017

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

	Page
1	Domaine d'application 1
2	Références..... 1
3	Termes et définitions 1
3.1	Termes et définitions définis ailleurs 1
3.2	Termes définis dans la présente Recommandation 2
4	Abréviations et acronymes 2
5	Conventions 3
6	Architecture de référence de base..... 3
7	Lignes directrices..... 4
7.1	Paramètres de QoS 4
7.2	Classes de qualité de service (QoS) et objectifs de qualité de fonctionnement du réseau..... 4
7.3	Marquage des paquets 5
7.4	Traitement des paquets 5
7.5	Qualité de fonctionnement du réseau 5
7.6	Mesure de la qualité de fonctionnement..... 6
7.7	Suivi de la qualité de fonctionnement 7
7.8	Comptes rendus 7
7.9	Publication..... 8
	Appendice I – Correspondance entre DiffServ, MPLS et Ethernet 9
	Appendice II – Répartition des budgets de QoS pour le support..... 10
	Bibliographie..... 11

Recommandation UIT-T Y.1545

Feuille de route de la qualité de service des réseaux interconnectés utilisant le protocole Internet

1 Domaine d'application

La présente Recommandation:

- recommande des objectifs de qualité de fonctionnement pour les réseaux en mode paquet acceptés sur une interface UNI pour chaque classe définie de qualité de service de réseau en mode paquet, en ce qui concerne la qualité de service des réseaux de bout en bout ou du support;
- recommande des mécanismes pour le marquage et le traitement des paquets, visant à indiquer la classe de qualité de service de réseau en mode paquet acceptée pour tout paquet IP arrivant sur une interface UNI ou NNI;
- traite des procédures visant à mesurer la qualité de fonctionnement en matière de qualité de service des réseaux en mode paquet, à savoir les protocoles MPLS, Ethernet et IP.

2 Références

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des Recommandations UIT-T et textes suivants qui, de ce fait, en sont partie intégrante. Les versions indiquées étaient en vigueur au moment de la publication de la présente Recommandation. Toute Recommandation ou tout texte étant sujet à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont invités à se reporter, si possible, aux versions les plus récentes des références normatives suivantes. La liste des Recommandations de l'UIT-T en vigueur est régulièrement publiée. La référence à un document figurant dans la présente Recommandation ne donne pas à ce document, en tant que tel, le statut d'une Recommandation.

- [UIT-T E.800] Recommandation UIT-T E.800 (2008), *Définition de termes relatifs à la qualité de service.*
- [UIT-T Y.1540] Recommandation UIT-T Y.1540 (2011), *Service de communication de données par protocole Internet – Paramètres de performance pour le transfert de paquets IP et la disponibilité de ce service.*
- [UIT-T Y.1541] Recommandation UIT-T Y.1541 (2011), *Objectifs de performances de réseau pour les services en mode IP.*
- [UIT-T Y.1543] Recommandation UIT-T Y.1543 (2007), *Mesures dans les réseaux IP pour évaluer la qualité de fonctionnement inter-domaines.*
- [IETF RFC 3432] IETF RFC 3432 (2002), *Network performance measurement with periodic streams.*

3 Termes et définitions

3.1 Termes et définitions définis ailleurs

La présente Recommandation utilise les termes suivants définis ailleurs:

3.1.1 taux de perte de paquets IP [UIT-T Y.1540]: Rapport entre le nombre total de paquets IP perdus et le nombre total de paquets transmis dans une population considérée.

3.1.2 interconnexion [UIT-T E.800]: Liaison physique et logique de réseaux publics de communications utilisés par le même fournisseur de service ou un fournisseur différent afin de

permettre aux utilisateurs d'un fournisseur de service de communiquer avec les utilisateurs d'un autre fournisseur de service, ou d'accéder à des services fournis par un autre fournisseur de service.

3.1.3 point de mesure [UIT-T Y.1540]: Frontière entre un serveur et une liaison adjacente, au niveau de laquelle il est possible d'observer et de mesurer des événements de référence en matière de qualité de fonctionnement. Conformément à [b-UIT-T I.353], les protocoles Internet normalisés peuvent être observés aux points de mesure IP. [b-UIT-T I.353] donne d'autres informations sur les points de mesure, pour les services numériques.

3.1.4 qualité de fonctionnement du réseau [UIT-T E.800]: Aptitude d'un réseau ou d'une partie de réseau à assurer les fonctions liées aux communications entre utilisateurs.

3.1.5 population considérée [UIT-T Y.1540]: Pour le transfert *de bout en bout*, la population considérée est habituellement l'ensemble total des paquets qui sont envoyés par le serveur d'origine (SRC) au serveur de destination (DST). Les points de mesure sont, dans le transfert de bout en bout, les points MP-UNI au niveau des serveurs SRC et DST, comme indiqué dans la Figure 1.

3.1.6 qualité de service [UIT-T E.800]: Ensemble des caractéristiques d'un service de télécommunication qui lui permettent de satisfaire aux besoins explicites et aux besoins implicites de l'utilisateur du service.

3.1.7 accord sur le niveau de service [UIT-T E.800]: Document officiel énumérant un ensemble de caractéristiques et des valeurs (ou un intervalle de valeurs) cibles pour un service ou une gamme de services fournis par le fournisseur de service.

3.2 Termes définis dans la présente Recommandation

La présente Recommandation définit les termes suivants:

3.2.1 serveur: Ordinateur qui communique au moyen des protocoles Internet. Un serveur implémente des fonctions de routage (c'est-à-dire qu'il fonctionne dans la couche IP) et peut implémenter des fonctions additionnelles, y compris des protocoles de couche supérieure (par exemple TCP dans un serveur d'origine ou de destination) et des protocoles de couche inférieure (par exemple ATM).

3.2.2 variation du temps de transfert de paquet IP (IPDV): Différence entre l'IPTD réel d'un paquet et l'IPTD de référence pour une population de paquets considérée. L'IPVD est aussi appelé «gigue» et se mesure généralement en millisecondes.

3.2.3 temps de transfert de paquet IP (IPTD): Intervalle de temps entre le moment où le premier bit d'un paquet IP passe au point de mesure d'origine (point d'entrée d'un réseau) et le moment où le dernier bit du même paquet passe au point de mesure de destination (point de sortie du réseau), dans un seul sens. L'IPTD est aussi appelé «délai» ou «latence».

3.2.4 fournisseur de services de réseau: Organisation qui fournit un accès à l'Internet aux fournisseurs de services Internet. Un fournisseur de services de réseau fournit un accès direct au réseau dorsal Internet, à des services de réseau ou à des opérateurs longue distance.

3.2.5 réseau en mode paquet: Réseau qui utilise le protocole Internet ou d'autres protocoles analogues utilisant des trames, comme les protocoles Ethernet ou MPLS.

3.2.6 paramètre: Caractéristique quantifiable d'un service avec une portée et des limites spécifiées.

3.2.7 paquet d'essai: Paquet IP individuel associé à des tests actifs de qualité de fonctionnement, c'est-à-dire un paquet test selon [UIT-T Y.1543].

4 Abréviations et acronymes

La présente Recommandation utilise les abréviations et acronymes suivants:

AF transmission garantie (*assured forward*)

DF	transmission par défaut (<i>default forward</i>)
DiffServ	service différencié (<i>differentiated service</i>)
DSCP	code de service différencié (<i>differentiated service code point</i>)
EF	transmission expresse (<i>expedited forward</i>)
ER	routeur périphérique (<i>edge router</i>)
IP	protocole Internet (<i>Internet protocol</i>)
IPDV	variation du temps de transfert paquet IP (<i>IP delay variation</i>)
IPLR	taux de perte de paquets IP (<i>IP packet loss ratio</i>)
IPTD	temps de transfert de paquet IP (<i>IP transfer delay</i>)
LAN	réseau local (<i>local area network</i>)
MP	point de mesure (<i>measurement point</i>)
MPLS	commutation par étiquette multiprotocole (<i>multiprotocol label switching</i>)
MS	Microsoft
MTU	unité de transmission maximale (<i>maximum transmission unit</i>)
NNI	interface réseau-réseau (<i>network-to-network interface</i>)
NP	qualité de fonctionnement du réseau (<i>network performance</i>)
NS	section de réseau (<i>network section</i>)
NSP	fournisseur de services de réseau (<i>network service provider</i>)
PHB	comportement par saut (<i>per hop behaviour</i>)
QoS	qualité de service (<i>quality of service</i>)
SLA	accord sur le niveau de service (<i>service level agreement</i>)
TE	équipement terminal (<i>terminal equipment</i>)
UNI	interface utilisateur-réseau (<i>user network interface</i>)
UTC	temps universel coordonné (<i>universal coordinated time</i>)
VLAN ID	identifiant de réseau local virtuel (<i>virtual local area network identification</i>)
VoIP	téléphonie IP (<i>voice over IP</i>)
VTC	visioconférence (<i>video teleconference</i>)

5 Conventions

Néant.

6 Architecture de référence de base

Les objectifs de qualité de fonctionnement établis dans la présente Recommandation doivent être mesurés sur des paquets d'une population considérée qui entrent sur un réseau par une interface utilisateur-réseau (UNI) d'origine, parcourent un chemin traversant une ou plusieurs sections de réseau en mode paquet concaténé et sortent par une interface UNI de destination, éventuellement connectée à un réseau différent, comme illustré dans la Figure 1.

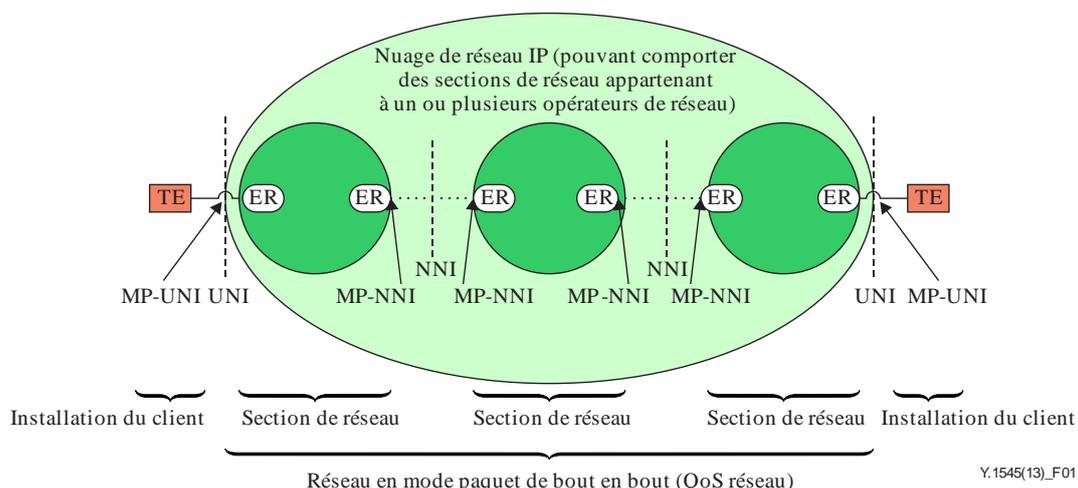


Figure 1 – Réseau en mode paquet de bout en bout [UIT-T Y.1541]

Un fournisseur de services de réseau (NSP) n'est censé faire des mesures que sur sa propre section de réseau (UNI-NNI ou NNI-NNI) et utiliser les comptes rendus des autres NSP interconnectés pour en déduire la qualité de fonctionnement UNI-UNI que devrait connaître le trafic d'utilisateur final.

7 Lignes directrices

7.1 Paramètres de QoS

Dans la présente Recommandation, on considère les paramètres de qualité de service suivants:

- IPTD (temps de transfert de paquet IP)
- IPDV (variation du temps de transfert de paquet IP) parfois appelée gigue
- IPLR (taux de perte de paquets IP)

7.2 Classes de qualité de service (QoS) et objectifs de qualité de fonctionnement du réseau

Les classes de QoS et les objectifs de qualité de fonctionnement associés pour les réseaux en mode paquet, que doivent appliquer les NSP, sont décrits dans le Tableau 1.

Tableau 1 – Classes de QoS des réseaux en mode paquet [UIT-T Y.1541]

Classes de QoS	Applications	Paramètre de qualité de fonctionnement du réseau			Remarques
		IPTD	IPDV	IPLR	
Classe 0	Téléphonie IP (VoIP), visioconférence (VTC)	≤ 100 ms	≤ 50 ms	$\leq 10^{-3}$	VoIP de qualité RTPC (ou téléphonie vocale) Temps réel, sensibilité à la gigue, forte interactivité
Classe 1	Téléphonie IP (VoIP), visioconférence (VTC)	≤ 400 ms	≤ 50 ms	$\leq 10^{-3}$	VoIP de qualité satellite Temps réel, sensibilité à la gigue, interactivité
Classe 2	Données de transaction	≤ 100 ms	U	$\leq 10^{-3}$	Signalisation Forte interactivité

Tableau 1 – Classes de QoS des réseaux en mode paquet [UIT-T Y.1541]

Classes de QoS	Applications	Paramètre de qualité de fonctionnement du réseau			Remarques
		IPTD	IPDV	IPLR	
Classe 3	Données de transaction	≤ 400 ms	U	≤ 10 ⁻³	Données commerciales (par exemple services bancaires en ligne) Interactivité
Classe 4	Streaming vidéo	≤ 1 s	U	≤ 10 ⁻³	Transfert de fichiers Applications à faibles pertes uniquement (transactions courtes)
Classe 5	Applications traditionnelles des réseaux IP par défaut	U	U	U	Meilleur effort
NOTE – «U» signifie «non spécifiée» ou «non limitée». Pour en savoir plus, voir [UIT-T Y.1541].					

7.3 Marquage des paquets

- Une même interface NNI ou UNI peut acheminer le trafic de plusieurs applications, correspondant à plusieurs classes de QoS de réseaux en mode paquet. Afin que le réseau récepteur applique le traitement approprié à chaque paquet, conformément à la classe de QoS souhaitée, l'émetteur doit marquer les paquets de manière appropriée. Le Tableau I.1 contient des informations supplémentaires sur le marquage des paquets.
- Pour mettre en oeuvre les accords sur les classes de QoS, il convient d'associer des marquages de paquet (par exemple, les bits de préséance selon le type de service ou le code de services différenciés à une classe de QoS spécifique).

7.4 Traitement des paquets

- Lorsqu'un fournisseur de réseau reçoit un paquet pour une classe de QoS de réseau en mode paquet prise en charge, il doit l'acheminer conformément à l'accord sur le niveau de service qu'il a établi avec le fournisseur de réseau émetteur. Si un chemin UNI-UNI comporte plusieurs sections de réseau, les capacités de transfert disponibles pour chaque classe de QoS au point de l'interface NNI doivent être examinées et déterminées par l'ensemble des fournisseurs de réseau du chemin.
- Lorsqu'un paquet reçu est marqué pour une classe de QoS de réseau en mode paquet qui n'est pas prise en charge dans le cadre de l'accord sur le niveau de service entre le fournisseur de réseau émetteur et le fournisseur de réseau récepteur, ce dernier doit acheminer le paquet reçu sous une autre classe convenue, mais en préservant le marquage de l'émetteur.
- Pour éviter toute modification de l'ordre des paquets, il est recommandé d'attribuer la même classe de QoS de réseau en mode paquet aux paquets appartenant au même flux, et de leur accorder le même traitement dans les files d'attente de réseau.

7.5 Qualité de fonctionnement du réseau

Un fournisseur de services de réseau doit indiquer quels sont les objectifs de qualité de fonctionnement d'un service de transmission de paquet sur l'ensemble de son réseau, en se référant aux métriques figurant au point 7.2, pour chaque classe de QoS proposée.

7.6 Mesure de la qualité de fonctionnement

La mesure de la qualité de fonctionnement sur la base des paramètres de QoS a pour objet de faire en sorte que les objectifs de qualité de fonctionnement soient atteints.

7.6.1 Mesure de la qualité d'écoulement du trafic (trafic test)

- Pour vérifier la qualité de fonctionnement d'un service d'utilisateur final, il est généralement approprié d'effectuer des mesures grâce à des paquets d'essai.
- Des paquets d'essai doivent être générés uniquement pour chaque classe de QoS de réseau en mode paquet que le NSP s'est engagé à acheminer pour les utilisateurs finals.
- La qualité d'écoulement du trafic est vérifiée en mesurant les paramètres de qualité de fonctionnement pour une population de paquets lorsqu'ils traversent une ou plusieurs sections de réseau.
- Les paquets d'essai pour chaque classe de QoS de réseau en mode paquet doivent être répartis de manière égale sur l'ensemble d'une population (norme [IETF RFC 3432]).
- Les paquets d'essai doivent parcourir le même chemin que les paquets des utilisateurs ayant la même classe de QoS de réseau en mode paquet. Le même traitement en matière de QoS doit être accordé au trafic test, sur l'ensemble du chemin, que celui accordé au trafic d'utilisateur final. En particulier, le marquage des paquets du trafic test doit être identique à celui du trafic d'utilisateur correspondant à la classe de QoS de réseau en mode paquet qui doit être évaluée.
- Un flux individuel de paquets d'essai ne doit pas être envoyé à un débit de données supérieur à celui négocié pour un flux de paquets individuel du trafic d'utilisateur final.
- Le trafic test doit être transmis avec une longueur de paquet uniforme.
- Le trafic test peut être transmis soit avec un espacement uniforme des paquets, soit avec un espacement aléatoire. Si l'espacement des paquets est uniforme, la procédure de test doit être conforme à la norme [IETF RFC 3432].
- Pour les essais, la longueur de charge utile doit être fixée à maximum 20 octets (pour les classes 0 et 1) et à maximum 256 octets (pour les classes 2, 3 et 4), [UIT-T Y. 1543].
- La taille du champ d'information et le protocole utilisé doivent être consignés.
- Si la somme des débits de données négociés pour toutes les classes de QoS de réseau en mode paquet couvertes par l'accord excède la capacité maximale négociée pour le service, celui-ci fait l'objet d'une surréservation. Dans de tels cas, le débit de données test pour chaque classe de QoS de réseau en mode paquet à un degré de priorité moindre doit être réduit conformément au contrat de service de telle façon qu'il n'y ait plus de surréservation du service.
- La durée de la mesure doit être indiquée au moment de consigner les résultats, au format UTC.

7.6.2 Durée de la mesure de la qualité de fonctionnement (ou durée du test)

La durée du test doit être consignée en utilisant les critères de mesure correspondants:

- Un intervalle de mesure («roll-up period») de cinq minutes pour toutes les classes de QoS de réseau en mode paquet (0, 1, 2, 3 et 4), conformément à [UIT-T Y.1543].
- Une période de transmission des paquets d'essai (continue) de 100 ms pour chaque classe de QoS de réseau en mode paquet (0, 1, 2, 3 et 4) [UIT-T Y.1543].
- À la fin d'un test, les équipements de mesure (recevant les paquets d'essai) doivent continuer à détecter et à compter les paquets pendant au moins trois secondes après que le générateur de trafic a cessé de transmettre le flux de paquets tests.

7.7 Suivi de la qualité de fonctionnement

- L'objectif du suivi de la qualité de fonctionnement est de confirmer que le fonctionnement continu du service de transport en mode paquet est conforme aux objectifs de qualité de fonctionnement pour les classes de QoS de réseaux en mode paquet concernées.
- Le suivi est une méthode de mesure intrinsèque, qui vise à vérifier en continu que le service d'utilisateur final correspond au service négocié.
- Dans le cadre du suivi, la qualité de fonctionnement d'une connexion doit être déterminée:
 - ✓ en observant le trafic d'utilisateur final; ou
 - ✓ en faisant passer du trafic test par le même chemin physique que celui emprunté par le trafic d'utilisateur final.
- La qualité d'écoulement des paquets doit être mesurée et consignée pour chaque période de suivi sur une population considérée de 1500 paquets, répartis uniformément sur la période couverte.
- Il relève de la responsabilité de chaque NSP d'établir la durée et la fréquence de sa période de suivi en fonction de ses procédures et politiques opérationnelles.
- Les mesures ne doivent pas avoir d'incidence sur le trafic d'utilisateur final et des intervalles de mesure récurrents doivent être mis en place pour faciliter le suivi continu.
- La durée séparant les intervalles de mesure doit être de 15 minutes [IETF RFC 3432].

7.8 Comptes rendus

- Chaque NSP doit rendre compte régulièrement des valeurs relatives à la qualité de fonctionnement, selon les prescriptions de l'autorité de régulation, et les valeurs relatives à la qualité de fonctionnement pour les NSP interconnectés doivent être communiquées au moins une fois par mois. En outre, les comptes rendus doivent être présentés au plus tard dix jours ouvrables après la fin de chaque mois. Chaque NSP doit fournir une version papier et une version électronique (traitement de texte ou feuille de calcul) de ses comptes rendus.
- Le NSP doit conserver les données sur la qualité de service, y compris les mesures et les comptes rendus associés, pendant au minimum douze (12) mois après la fin de la « période couverte », ou selon les instructions de l'autorité de régulation.

NOTE – Toutes les modalités des mesures, par exemple sur les paquets réceptionnés, etc., doivent être définies (au moyen d'un format commun pour la mesure des données). Autrement, les NSP risqueraient d'utiliser des outils différents et de fournir des données de mesure différentes, ce qui créerait des difficultés en matière d'interopérabilité.

- Il est recommandé de déterminer, au minimum, les éléments suivants dans les accords signés entre les NSP (SLA entre deux NSP ou plus):
 - ✓ Contenu et format des comptes rendus
 - ✓ Processus convenus pour l'échange d'exemplaires papier des résultats des mesures
 - ✓ Méthodes pour l'échange par voie électronique des comptes rendus sur les mesures
 - ✓ Respect des délais de présentation de comptes rendus établis dans la présente Recommandation
 - ✓ Une ou plusieurs valeurs de seuil pour chaque paramètre et indications sur le degré de gravité.
- Lorsque la mesure de la qualité de fonctionnement pour une section de réseau dépasse la valeur de seuil déterminée pour un paramètre donné, le NSP doit signaler l'incident à tout NSP interconnecté et à l'autorité de régulation.

- Il est recommandé que les comptes rendus, lorsqu'une valeur de seuil déterminée est dépassée, contiennent au minimum les informations suivantes:
 - ✓ Date
 - ✓ Heure UTC (au début de l'intervalle de mesure)
 - ✓ Emplacement des points d'extrémité
 - ✓ Période couverte par la mesure/le compte rendu
 - ✓ Type de mesure
 - ✓ Statistiques sur les mesures
 - ✓ Brève explication.

7.9 Publication

Les autorités de régulation peuvent, après analyse, demander aux NSP d'apporter les modifications ou corrections nécessaires aux mesures qu'ils ont présentées. Les autorités de régulation doivent ensuite publier les mesures au plus tard un (1) mois après la fin de la «période couverte» sur laquelle portent les mesures, avec ou sans notes ou commentaires supplémentaires.

Appendice I

Correspondance entre DiffServ, MPLS et Ethernet

(Cet appendice ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation.)

Le présent appendice présente la correspondance entre les services différenciés, la commutation par étiquette multiprotocole et Ethernet, comme indiqué dans le Tableau I.1.

Tableau I.1 – Tableau de correspondance entre les réseaux DiffServ, MPLS et Ethernet [UIT-T Y.1541], [b-UIT-T Y.1566], [b-UIT-T Y.2113], [b-IETF RFC 4594], [b-IEEE 802.1p] et [IETF RFC 3270]

Classe de QoS de réseau en mode paquet	Description	Marquage de paquet de la couche 3: DSCP (code de service différencié)	Marquage de paquet de la couche 2		Applications
			MPLS (classe de service)	Ethernet (code de priorité)	
Classes 0, 1	Sensible à la gigue	EF (transmission expresse)	5	5 (par défaut) ou 6	Téléphonie
Classes 2, 3, 4	Latence faible	AF (transmission garantie)	4, 3 ou 2	4, 3 ou 2	Signalement, données interactives
Classe 5	Meilleur effort	DF (transmission par défaut)	0	0	Navigation sur le Web, courrier électronique

NOTE 1 – Le modèle DiffServ est un modèle de service qui peut offrir plusieurs niveaux de service répondant à des besoins variables en matière de QoS. L'approche DiffServ divise le trafic en un petit nombre de classes et traite chacune différemment. Dans un réseau DiffServ, le routeur périphérique contrôle les admissions et fait en sorte que seul le trafic acceptable soit injecté dans le réseau. Les autres routeurs de l'architecture du réseau DiffServ utilisent le DSCP (code de service différencié) pour adapter le comportement de programmation, appelé PHB (comportement par saut ou *per hop behaviour*), à chaque classe particulière. Un certain nombre de PHB peuvent être définis et appliqués par le biais d'un réseau DiffServ. Pour en savoir plus sur le réseau DiffServ, voir les normes [b-IETF RFC 4594], [IETF RFC 2598] et [IETF RFC 2597].

NOTE 2 – Le protocole MPLS est une technologie en mode connexion qui permet l'ingénierie du trafic dans les réseaux en mode paquet. Le MPLS intègre le modèle d'échange d'étiquettes dans le routage de couche réseau. L'échange d'étiquettes consiste à associer des étiquettes de longueur fixe à des chemins et à utiliser la valeur des étiquettes pour transmettre les paquets, ce qui comprend la procédure permettant de déterminer la valeur de toute étiquette de remplacement. Les routeurs à commutation par étiquette (LSR) utilisent la transmission au niveau de la liaison pour fournir une capacité simple et rapide de transmission des paquets. Pour en savoir plus sur le MPLS, voir les normes [IETF RFC 3270] et [b-IETF RFC 3031].

NOTE 3 – La norme [b-IEEE 802.1Q] définit un format de trame Ethernet qui permet l'inclusion de l'identifiant du VLAN et de la priorité. La trame étiquetée selon la norme IEEE 802.1Q définit un champ de 3 bits qui précise les niveaux de priorité correspondants en matière de QoS. Pour en savoir plus sur les niveaux de priorité en matière de QoS dans l'Ethernet, voir la norme [b-IEEE 802.1D].

Appendice II

Répartition des budgets de QoS pour le support

(Cet appendice ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation.)

- 1) Lorsqu'un service passe par plusieurs réseaux interconnectés, il est nécessaire, pour atteindre les objectifs de qualité de fonctionnement de bout en bout, que les budgets alloués aux dégradations soient partagés équitablement entre les réseaux [b-UIT-T Y.1542].
- 2) La valeur attendue de bout en bout pour chacun de ces paramètres peut alors être calculée comme suit:
 - ✓ IPTD: Somme des valeurs moyennes individuelles pour chaque réseau.
 - ✓ IPLR: Multiplication des probabilités de transmission réussie.
$$IPLR=1 - \{(1 - IPLR_{NS1}) \times (1 - IPLR_{NS2}) \times (1 - IPLR_{NS3}) \times (1 - IPLR_{NS4})\}$$
 - ✓ IPDV: Aucune méthode pratique n'est disponible pour calculer l'IPDV attendue. La meilleure solution est d'estimer la probabilité que l'IPDV dépasse une cible.
- 3) Pour une compréhension claire de la «répartition de la QoS pour le support» et de la méthode de calcul de la *qualité de fonctionnement de bout en bout d'un réseau IP (IPTD, IPLR et IPDV attendus de bout en bout)*, voir les Appendices II, III et IV de [b-UIT-T Y.1542].

NOTE – La méthode décrite dans l'Appendice I de [b-UIT-T Y.1542] (solution fondée sur une subdivision statique) n'est pas recommandée dans le cas présent.

Bibliographie

- [b-UIT-T I.353] Recommandation UIT-T I.353 (1996), *Evénements de référence permettant de définir les paramètres de performance du RNIS et du RNIS-LB.*
- [b-UIT-T Y.1542] Recommandation UIT-T Y.1542 (2010), *Cadre applicable à la réalisation des objectifs de qualité de fonctionnement IP de bout en bout.*
- [b-UIT-T Y.1566] Recommandation UIT-T Y.1566 (2012), *Mappage et interconnexion de la qualité de service des réseaux Ethernet, protocole Internet et à commutation multiprotocole avec étiquette.*
- [b-UIT-T Y.2113] Recommandation UIT-T Y.2113 (2009), *Contrôle de la qualité de service Ethernet pour les réseaux de prochaine génération.*
- [b-IEEE 802.1D] Normes IEEE 802.1D (2004), *IEEE Standard for local and metropolitan area networks – Media Access Control (MAC) Bridges.*
- [b-IEEE 802.1Q] Norme IEEE 802.1Q (2011), *IEEE standard for local and metropolitan area networks – Virtual Bridged Local Area Networks.*
- [b-IETF RFC 3031] IETF RFC 3031 (2001), *Multi-Protocol Label Switching Architecture Differentiated Services.*
- [b-IETF RFC 3270] IETF RFC 3270 (2002), *Multi-Protocol Label Switching (MPLS) Support of Differentiated Services.*
- [b-IETF RFC 4594] IETF RFC 4594 (2006), *Configuration Guidelines for DiffServ Service Classes.*

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série D	Principes de tarification et de comptabilité et questions de politique générale et d'économie relatives aux télécommunications internationales/TIC
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	Environnement et TIC, changement climatique, déchets d'équipements électriques et électroniques, efficacité énergétique; 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 et mesures et tests associés
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
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet, réseaux de prochaine génération, Internet des objets et villes intelligentes
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication