



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

M.2301

(07/2002)

SÉRIE M: RGT ET MAINTENANCE DES RÉSEAUX:
SYSTÈMES DE TRANSMISSION, CIRCUITS
TÉLÉPHONIQUES, TÉLÉGRAPHIE, TÉLÉCOPIE ET
CIRCUITS LOUÉS INTERNATIONAUX

Réseau de transport international

**Objectifs de qualité de service et procédures
de mise en service et de maintenance des
réseaux à protocole Internet**

Recommandation UIT-T M.2301

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE M
**RGT ET MAINTENANCE DES RÉSEAUX: SYSTÈMES DE TRANSMISSION, CIRCUITS
TÉLÉPHONIQUES, TÉLÉGRAPHIE, TÉLÉCOPIE ET CIRCUITS LOUÉS INTERNATIONAUX**

Introduction et principes généraux de maintenance et organisation de la maintenance	M.10–M.299
Systèmes de transmission internationaux	M.300–M.559
Circuits téléphoniques internationaux	M.560–M.759
Systèmes de signalisation à canal sémaphore	M.760–M.799
Systèmes internationaux de télégraphie et de phototélégraphie	M.800–M.899
Liaisons internationales louées par groupes primaires et secondaires	M.900–M.999
Circuits internationaux loués	M.1000–M.1099
Systèmes et services de télécommunication mobile	M.1100–M.1199
Réseau téléphonique public international	M.1200–M.1299
Systèmes internationaux de transmission de données	M.1300–M.1399
Appellations et échange d'informations	M.1400–M.1999
Réseau de transport international	M.2000–M.2999
Réseau de gestion des télécommunications	M.3000–M.3599
Réseaux numériques à intégration de services	M.3600–M.3999
Systèmes de signalisation par canal sémaphore	M.4000–M.4999

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

Recommandation UIT-T M.2301

Objectifs de qualité de service et procédures de mise en service et de maintenance des réseaux à protocole Internet

Résumé

La présente Recommandation indique les objectifs de qualité de service et les procédures de mise en service et de maintenance des réseaux à protocole Internet. Elle attire l'attention sur des paramètres qui affectent notablement la qualité de service perçue par le client et sur les méthodes de mesure des paramètres qui affectent la qualité en terme de temps dans la couche Application. Les limites de qualité pour les liaisons d'accès téléphonique temporaires, pour les portions détenues par un client final et pour les réseaux à commutation MPLS ne sont pas couvertes par la présente Recommandation et feront l'objet d'un complément d'étude. Cependant, la performance des liaisons d'accès fixes, dont le routage ne change pas, est couverte.

Source

La Recommandation M.2301 de l'UIT-T, élaborée par la Commission d'études 4 (2001-2004) de l'UIT-T, a été approuvée le 14 juillet 2002 selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

Mots clés

Base d'informations de gestion, domaine d'opérateur IP, mesurages intrus, mesurages non intrus, objectifs de qualité, procédure de maintenance, procédure de mise en service, protocole de passerelle frontière, qualité de service, réseau de référence, routeur de passerelle frontière, routeur de passerelle frontière d'opérateur, surveillance de base MIB, système autonome.

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.

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 responsables de la mise en œuvre de consulter la base de données des brevets du TSB.

© UIT 2002

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 normatives..... 1
3	Termes et définitions 2
4	Abréviations..... 3
5	Réseau de référence et procédures..... 4
5.1	Définitions de disponibilité 5
5.2	Réseaux privés virtuels..... 6
5.3	Procédure de mise en service 6
5.4	Procédure de maintenance..... 6
6	Méthodes de mesure 6
6.1	Mesurage de la performance en terme d'intrusions (au moyen de paquets d'essai) 7
6.2	Mesurage de la performance en terme de non-intrusion (par surveillance de base MIB) 7
7	Mesurage de la performance en terme d'intrusions 8
7.1	Temps de transfert de paquet IP dans un seul sens (IPTD)..... 8
7.2	Variation de temps de paquet IP dans un seul sens (IPDV)..... 8
7.3	Taux de perte de paquets IP (IPLR) 9
7.4	Taux d'erreur sur les paquets IP (IPER) 9
8	Mesurage de la performance en terme de non-intrusion par surveillance de base MIB..... 9
8.1	Evénements de qualité IP 10
8.1.1	Nombre total de paquets IP reçus..... 10
8.1.2	Nombre total de paquets IP émis..... 11
8.1.3	Taux d'erreur sur les paquets IP (IPER) 11
8.1.4	Taux de perte de paquets IP (IPLR) 11
8.1.5	Taux de mise à l'écart de paquets IP (IPDR)..... 12
9	Objectifs de qualité pour réseaux IP 12
9.1	Flux IP de bout en bout 12
9.2	Flux IP dans un même domaine IPOD 13
9.3	Liaison unique entre deux domaines IPOD adjacents..... 14
9.4	Liaisons d'accès 15
9.5	Calcul de distance de routage..... 16

	Page
Annexe A – Procédures de lecture des registres MIB de routeur	17
Appendice I – Performance dans un domaine IPOD	19
I.1 Liaison unique entre deux routeurs adjacents	19

Introduction

La présente Recommandation indique les objectifs de qualité de service et les procédures de mise en service et de maintenance des réseaux à protocole Internet détenus par différents opérateurs. Il n'est pas tenu compte de la technique de transport prenant en charge le réseau IP et les couches supérieures à implémenter par le protocole IP. Ces objectifs comprennent la qualité en terme d'erreur, la qualité en terme de temps et la disponibilité. La présente Recommandation définit les paramètres et leurs objectifs associés sur la base des principes contenus dans la Rec. UIT-T Y.1540. La présente Recommandation utilise un modèle de référence sur la base du concept de domaines d'opérateur IP (domaines IPOD) et de leurs liaisons d'interconnexion. Un domaine IPOD se compose d'un ou plusieurs systèmes autonomes (AS, *autonomous system*) et leurs liaisons d'interconnexion. Les liaisons d'interconnexion entre domaines IPOD impliquent un changement de responsabilité juridictionnelle.

La présente Recommandation fournit également, en appendice, des directives sur les objectifs de qualité et sur les limites pour les ressources de réseau IP (par exemple, routeurs, sous-réseaux, etc.), qui sont détenues et gérées par un même opérateur. Cependant, l'attribution des objectifs de qualité à l'intérieur d'un domaine ou d'une portion de réseau d'opérateur de réseau IP relève de la responsabilité de chaque opérateur afin de garantir que la qualité de bout en bout dans son domaine ou sa portion de réseau répond aux limites données dans la présente Recommandation.

La Rec. UIT-T Y.1540 indique un cadre général pour appliquer ces limites. Des directives sur les méthodes et procédures pour appliquer ces limites lors de la mise en service et de la maintenance sont données dans la présente Recommandation.

La présente Recommandation utilise certains principes qui sont la base de la maintenance d'un réseau numérique:

- il est souhaitable d'effectuer des mesurages continus en service. Dans certains cas, des mesurages hors service peuvent être nécessaires;
- les limites de qualité des flux IP sont indépendantes du transport sous-jacent, mais l'attribution à des sections de réseau peut dépendre du moyen de transport utilisé.

Recommandation UIT-T M.2301

Objectifs de qualité de service et procédures de mise en service et de maintenance des réseaux à protocole Internet

1 Domaine d'application

La présente Recommandation indique les objectifs de qualité de service et les procédures de mise en service et de maintenance des réseaux à protocole Internet détenus par différents opérateurs. Il n'est pas tenu compte de la technique de transport prenant en charge le réseau IP et les couches supérieures à implémenter par le protocole IP. Ces objectifs comprennent la qualité en terme d'erreur, la qualité en terme de temps et la disponibilité. La présente Recommandation donne également, en appendice, des directives sur les objectifs de qualité et sur les limites pour les ressources de réseau IP (par exemple, routeurs, sous-réseaux, etc.), qui sont détenues et gérées par un même opérateur. Les limites de qualité pour liaisons temporaires d'accès téléphonique, pour les portions détenues par un client final et pour les réseaux à commutation MPLS ne sont pas couvertes par la présente Recommandation et feront l'objet d'un complément d'étude. Cependant, la performance des liaisons d'accès fixes, dont le routage ne change pas, est couverte.

La présente Recommandation indique les classes de QS du réseau nécessaires afin de prendre en charge les catégories de QS orientées vers l'utilisateur. En conséquence, la présente Recommandation est en cohérence avec le cadre général permettant de définir la qualité des services de communication contenus dans la Rec. UIT-T G.1000 [1], et en cohérence avec les catégories de QS multimédia d'utilisateur final qui sont nécessaires afin de prendre en charge les applications d'utilisateur données dans la Rec. UIT-T G.1010 [2].

NOTE – La présente Recommandation utilise les paramètres définis dans la Rec. UIT-T Y.1540 [4] qui peuvent être utilisés afin de caractériser la performance des réseaux IP fournis au moyen du protocole IPv4. L'applicabilité ou l'extension à d'autres protocoles (par exemple, IPv6) fera l'objet d'un complément d'étude.

2 Références normatives

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.

- [1] Recommandation UIT-T G.1000 (2001), *Qualité de service des communications: cadre et définitions*.
- [2] Recommandation UIT-T G.1010 (2001), *Catégories de qualité de service multimédia pour l'utilisateur final*.
- [3] Recommandation UIT-T M.60 (1993), *Termes et définitions relatifs à la maintenance*.
- [4] Recommandation UIT-T Y.1540 (1999), *Service de communication de données par protocole Internet – Paramètres de performances en matière de transfert de paquets IP et de disponibilité*.
- [5] Recommandation UIT-T Y.1541 (2002), *Objectifs de qualité de fonctionnement du réseau pour les services en mode IP*.

- [6] IETF RFC 1213 (1991), *Management Information Base for Network Management of TCP/IP-based internets: MIB-II*.
- [7] IETF RFC 1267 (1991), *A Border Gateway Protocol 3 (BGP-3)*.
- [8] IETF RFC 2011 (1996), *SNMPv2 Management Information Base for the Internet Protocol using SMIPv2*.
- [9] IETF RFC 2012 (1996), *SNMPv2 Management Information Base for the Transmission Control Protocol using SMIPv2*.
- [10] IETF RFC 2013 (1996), *SNMPv2 Management Information Base for the User Datagram Protocol using SMIPv2*.

3 Termes et définitions

Les termes généraux et les définitions concernant la maintenance sont contenus dans la Rec. UIT-T M.60 [3] et, pour la qualité de fonctionnement en protocole IP, dans la Rec. UIT-T Y.1540 [4]. La présente Recommandation définit les termes suivants:

3.1 passerelle d'accès (AG, *access gateway*): équipement de réseau IP qui indique l'accès au système AS et met fin au protocole d'accès issu de l'utilisateur.

3.2 système autonome (AS, *autonomous system*): réseau IP commandé et géré par une autorité unique et identifié par un numéro spécifique de système AS dans le réseau Internet entier. Un opérateur de réseau IP peut détenir et gérer un ou plusieurs systèmes AS.

3.3 protocole de passerelle frontière (BGP, *border gateway protocol*): protocole de routage entre systèmes autonomes défini dans le commentaire RFC 1267 [7] qui permet un système AS d'échanger des informations de routage avec d'autres systèmes AS.

3.4 routeur de passerelle frontière (BGR, *border gateway router*): routeur, appartenant à un système AS, qui échange des informations d'accessibilité de réseau avec les systèmes AS avoisinants.

3.5 connectivité: capacité d'un système AS de fournir un certain nombre de routes à son trafic de clients. Un système AS réalise la connectivité avec le réseau Internet entier à partir de son interconnexion avec d'autres systèmes AS.

3.6 équipement des locaux client (CPE, *customer premises equipment*): tout équipement de réseau implanté dans les locaux du client et utilisé pour réaliser une connexion avec un système AS. Cet équipement peut comprendre de simples modems, par exemple, DSL, multiplexeurs, routeurs, commutateurs ou des réseaux locaux complets de client.

3.7 domaine d'opérateur IP (IPOD, *IP operator domain*): tout sous-ensemble connecté de systèmes AS ainsi que toutes les liaisons qui interconnectent ces systèmes dans une même juridiction. Le terme IPOD peut être utilisé pour faire référence à un même système AS ou à tout ensemble de systèmes AS avec leurs liaisons d'interconnexion. Ce terme peut aussi être utilisé pour représenter un réseau IP entier d'un même opérateur et est défini entre deux routeurs OBGR.

3.8 base d'informations de gestion (MIB, *management information base*): base de données contenue dans un élément de réseau qui contient des données de configuration, d'événement et de performance, et qui est accessible par un système de gestion.

3.9 point de mesure (MP, *measurement point*): point physique ou logique auquel des mesurages peuvent être effectués et auquel les données obtenues sont associées. Dans le contexte de la présente Recommandation, il s'agit normalement d'un routeur OBGR.

3.10 interface de réseau (NI, *network interface*): interface entre le réseau d'accès et l'installation du client.

3.11 routeur de passerelle frontière d'opérateur (OBGR, *operator border gateway router*): routeur appartenant à un domaine IPOD, qui échange des informations d'accessibilité de réseau avec le domaine IPOD avoisinant. Il est situé à la frontière d'un domaine IPOD.

3.12 mise en service: installation, attribution et réception (y compris les essais de mise en service) de ressources de réseau.

4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

AG	passerelle d'accès (<i>access gateway</i>)
AL	ligne d'accès (<i>access line</i>)
AS	système autonome (<i>autonomous system</i>)
BGP	protocole de passerelle frontière (<i>border gateway protocol</i>)
BGR	routeur de passerelle frontière (<i>border gateway router</i>)
CPE	équipement des locaux client (<i>customer premises equipment</i>)
DSL	ligne d'abonné numérique (<i>digital subscriber line</i>)
EGP	protocole de passerelle d'extrémité (<i>edge gateway protocol</i>)
GbE	gigabit Ethernet
ICMP	protocole de gestion de commande Internet (<i>Internet control management protocol</i>)
IP	protocole Internet (<i>Internet protocol</i>)
IPDR	taux de mise à l'écart de paquets IP (<i>IP packet discard rate</i>)
IPDV	variation de temps de paquet IP (<i>IP packet delay variation</i>)
IPER	taux d'erreur sur les paquets IP (<i>IP packet error ratio</i>)
IPLR	taux de perte de paquets IP (<i>IP packet loss ratio</i>)
IPOD	domaine d'opérateur IP (<i>IP operator domain</i>)
IPTD	temps de transfert de paquet IP (<i>IP packet transfer delay</i>)
MIB	base d'informations de gestion (<i>management information base</i>)
MP	point de mesure (<i>measurement point</i>)
MPEG	groupe d'experts pour les images animées (<i>motion picture experts group</i>)
MPLS	commutation multiprotocolaire par étiquetage (<i>multi-protocol label switching</i>)
NI	interface réseau (<i>network interface</i>)
OBGR	routeur de passerelle frontière d'opérateur (<i>operator border gateway router</i>)
OC	canal optique (<i>optical channel</i>)
PO	objectif de performance (<i>performance objective</i>)
QS	qualité de service
R	routeur
RFC	demande de commentaire (<i>request for comment</i>)
SNMP	protocole simple de gestion de réseau (<i>simple network management protocol</i>)
STM	module de transport synchrone (<i>synchronous transport module</i>)

STS	signal de transport synchrone (<i>synchronous transport signal</i>)
TCP	protocole de commande de transmission (<i>transmission control protocol</i>)
RGT	réseau de gestion des télécommunications
VPN	réseau privé virtuel (<i>virtual private network</i>)

5 Réseau de référence et procédures

La Figure 1 montre un flux typique d'un trafic de client IP dans un réseau IP traversant un certain nombre de domaines IPOD jusqu'à l'extrémité distante.

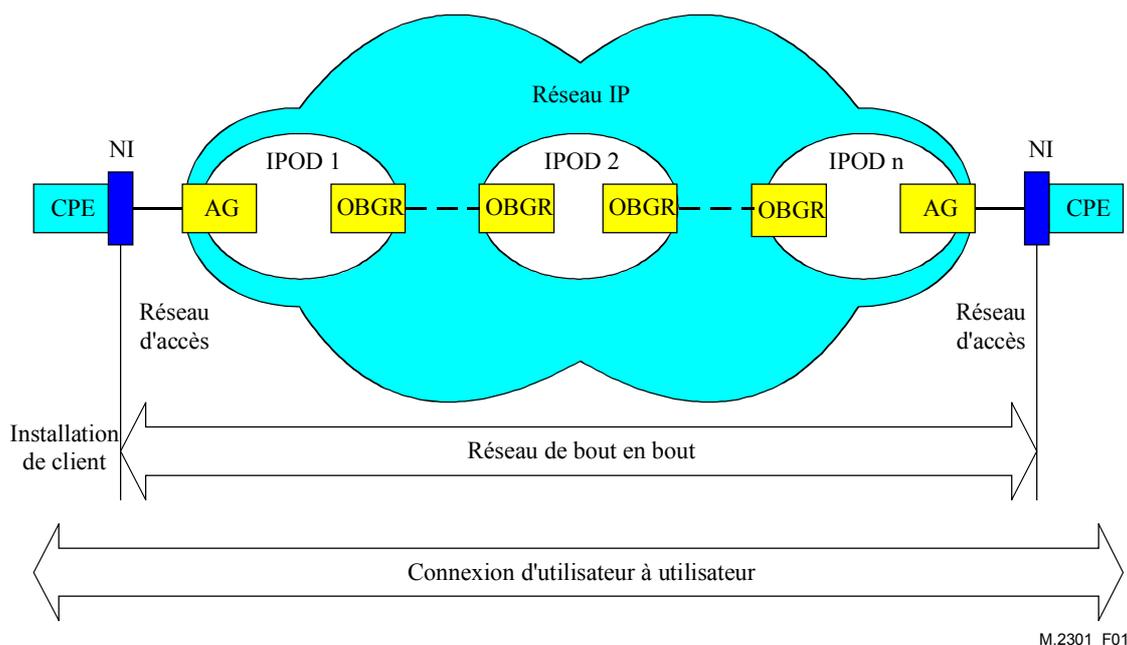


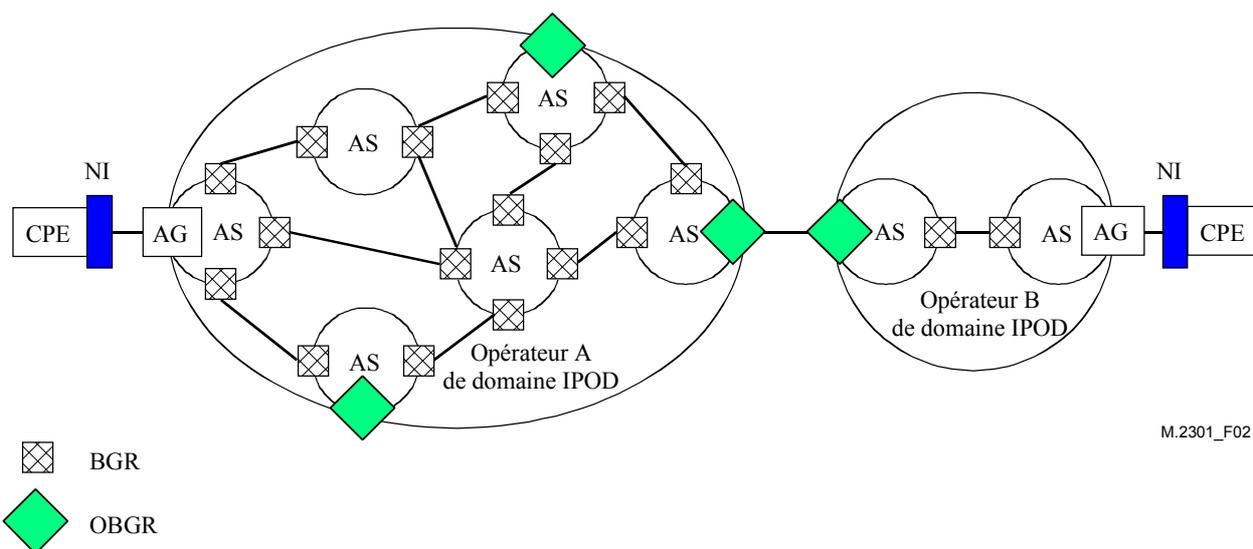
Figure 1/M.2301 – Exemple de flux IP de bout en bout

L'équipement CPE est connecté au réseau IP de l'opérateur au moyen, par exemple, d'une ligne louée.

NOTE – L'équipement CPE peut ou non contenir un routeur, et l'interface NI peut être copositionnée avec un routeur ou ne pas l'être, selon l'accord conclu avec les opérateurs établissant la connexion. Selon la nature de la technique de liaison d'accès utilisée, l'attribution des objectifs de performance à cette liaison peut devoir être supérieure aux attributions à d'autres liaisons. Noter que le domaine IPOD peut ou non comprendre la portion de réseau d'accès.

A partir de ce point (passerelle d'accès), le routage est confié aux politiques de routage de l'opérateur. L'interface NI est normalement le point physique où se situe la frontière de juridiction. Il peut être difficile d'effectuer des mesurages à l'interface NI.

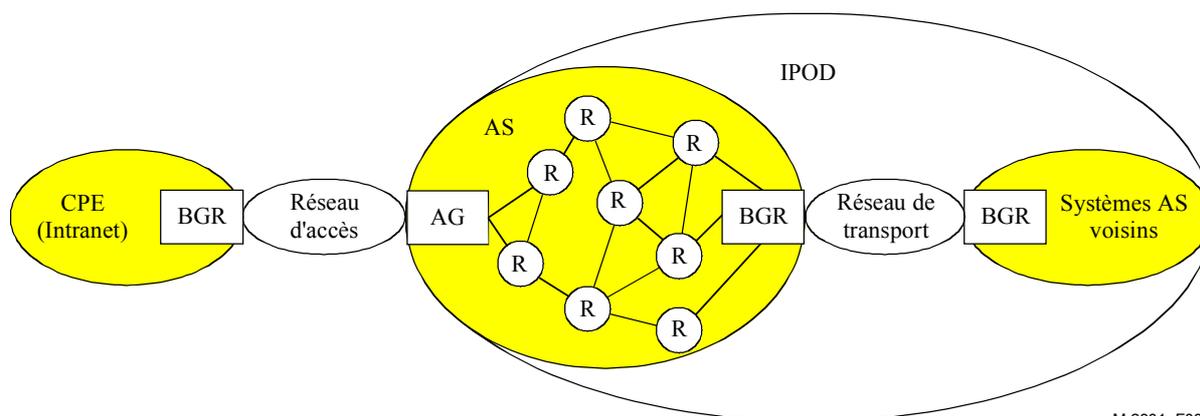
La Figure 2 montre comment un domaine IPOD peut contenir plus d'un seul système AS et la position des routeurs OBGR par rapport aux routeurs BGR entre systèmes AS.



M.2301_F02

Figure 2/M.2301 – Exemple montrant la composition d'un domaine IPOD

La Figure 3 développe la Figure 2 pour montrer plus de détails du réseau de référence avec indication des portions de réseau et des points de mesure (MP, *measurement point*). Elle montre comment les systèmes AS voisins s'interconnectent et comment chacun contient un certain nombre de routeurs BGR et d'autres routeurs interconnectés.



M.2301_F03

Figure 3/M.2301 – Exemple de topologie de réseau pour un client IP typique

Le modèle fictif de référence utilisé dans la présente Recommandation est un réseau composé de deux liaisons d'accès et huit domaines IPOD. Pour des classes de QS plus sévères (classes de QS 0 et 2), le nombre de domaines IPOD est réduit à trois. De plus amples détails sont donnés dans le § 9.

5.1 Définitions de disponibilité

Les mesurages définis dans la présente Recommandation ne devraient être exécutés sur un réseau ou une partie de réseau que pendant une période de disponibilité. La définition et les critères de disponibilité sont à l'étude et peuvent dépendre de l'application prise en charge par le réseau IP. Pour plus d'informations, voir la Rec. UIT-T Y.1540 [4].

Dans le cas où un trafic d'essai est nécessaire pour vérifier la disponibilité, le trafic produit spécifiquement pour vérifier l'état de disponibilité devrait être limité de façon à ne pas provoquer d'encombrement qui pourrait affecter d'autres trafics et/ou pourrait notablement augmenter la

probabilité que les critères de mise hors service soient dépassés. Cependant, il devrait être noté que cet essai ne peut pas indiquer la vraie disponibilité pour de très gros volumes de trafic de clients. La spécification du flux de paquets d'essais est à l'étude.

5.2 Réseaux privés virtuels

Chacun des domaines IPOD qui prend en charge un réseau privé virtuel (RPV) (VPN, *virtual private network*) doit avoir été vérifié et doit être conforme aux valeurs du Tableau 3. Les essais de bout en bout effectués sur le VPN doivent être conformes aux valeurs du Tableau 2. Les limites de qualité de VPN peuvent être différentes (par exemple, plus strictes) selon les conventions de niveau de service conclues entre fournisseur de services et client.

5.3 Procédure de mise en service

Lorsqu'un nouveau système AS ou de nouvelles ressources de réseau sont mises en service, la procédure suivante doit être adoptée afin de vérifier que la performance dans un domaine IPOD répond encore aux limites dans la présente Recommandation.

Des essais de flux de bout en bout devraient être effectués comme décrit dans le § 7 entre chaque combinaison de paires de routeurs OBGR. Chaque paire d'essai devrait répondre aux objectifs de qualité du Tableau 3. A l'achèvement correct de cet essai, le système AS ou les ressources de réseau peuvent être mis en service.

Les essais décrits dans le § 7 devraient être répétés 24 h après que le système AS ou les ressources de réseau ont été mis en service afin de vérifier que leur introduction n'a pas dégradé la qualité de bout en bout.

Si soit l'essai initial test ou l'essai répété échoue, des procédures appropriées de gestion des dérangements devraient être lancées.

De même, lorsqu'une nouvelle liaison entre deux domaines IPOD (paires de routeurs OBGR) est mise en service, la même procédure devrait s'appliquer et les limites du Tableau 4 devraient être atteintes. Les liaisons d'accès devraient répondre aux limites du Tableau 5.

5.4 Procédure de maintenance

Il est souhaitable que la surveillance de la performance d'un domaine IPOD et des liaisons entre domaines IPOD soit effectuée régulièrement afin de vérifier que la performance n'est pas dégradée et afin d'indiquer d'éventuelles conditions d'encombrement ou de dérangement. L'ensemble global des mesurages spécifiés dans les § 7 et 8, ou un sous-ensemble d'entre eux, peut être utilisé à cette fin. Cette procédure peut comprendre l'application de seuils de maintenance à un ou plusieurs paramètres de performance. Si ces seuils sont dépassés, des actions de maintenance corrective devraient être lancées. Les limites données dans les Tableaux 3, 4 et 5 devraient également être utilisées pour la maintenance.

Après des travaux de maintenance sur un système AS, les ressources de réseau qui ont été réparées (routeurs ou liaisons de transmission) devraient être contrôlées afin de garantir que la qualité de bout en bout peut encore être atteinte. D'autres directives sur les essais de routeurs et liaisons individuels sont données dans l'Appendice I.

6 Méthodes de mesure

Il y a deux méthodes de base pour effectuer le mesurage de la performance défini dans la présente Recommandation: l'une est "intruse" et l'autre "non intruse", ce qui correspond aux termes "active" et "passive" utilisés par le Groupe IETF. Certains paramètres de performance ne peuvent être

mesurés que de façon intrusive, d'autres que de façon non intrusive, et certains des deux façons, intrusive et non intrusive comme c'est le cas, par exemple, de la surveillance de base MIB¹, dans le Tableau 1 :

Tableau 1/M.2301 – Mesurage intrus et non intrus des paramètres de performance

Paramètre	Intrus	Non intrus
IPTD	√	
IPDV	√	
IPER	√	√
IPLR	√	√
IPDR		√

6.1 Mesurage de la performance en terme d'intrusions (au moyen de paquets d'essai)

Le mesurage de la performance en terme d'intrusions est effectué par insertion de paquets d'essai entrelacés avec les flux de trafic normaux entre deux points MP. Ce type de mesurage permet une recherche plus approfondie de paramètres spécifiques de performance comme le temps de transfert dans un sens au moyen de paquets horodatés ou l'effet sur la qualité de la longueur et du nombre des paquets.

Il convient de noter que le mesurage de la performance en terme d'intrusions provoque un trafic supplémentaire dans le réseau, de sorte qu'il convient de veiller à ce que l'utilisation de cet essai n'entraîne pas d'encombrement et la perte subséquente de paquets de client. Il est également important que l'essai ne soit pas effectué lorsque le trafic client est si faible que les résultats de l'essai sont non valides.

Le flux de paquets d'essai et la période de mesurage devraient être appropriés au service d'application à prendre en charge. La longueur et les caractéristiques des paquets, ainsi que les intervalles entre périodes de mesurage, feront l'objet d'un complément d'étude.

6.2 Mesurage de la performance en terme de non-intrusion (par surveillance de base MIB)

La performance peut être évaluée par interrogation de tous les routeurs au sujet des statistiques de performance afin d'obtenir ainsi une vue en temps réel de l'effet du réseau sur le trafic transitant par ce réseau. Les données disponibles sont énumérées dans les commentaires RFC 1213 [6] et RFC 2011 [8]. Le commentaire RFC 1213 [6] a été mis à jour par les commentaires RFC 2011 [8], 2012 [9] et 2013 [10] mais seul le commentaire RFC 2011 [8] est applicable à la présente Recommandation. Les commentaires RFC 1213 [6] et 2011 [8] comprennent des statistiques d'interface, des statistiques IP, des statistiques ICMP, des statistiques TCP, des statistiques EGP et des statistiques SNMP. Seules les statistiques d'interface et les statistiques IP devraient être utilisées pour le mesurage de la performance parce qu'elles couvrent tous les types de trafic et ne seront pas affectées par les différences entre les divers protocoles (par exemple, la retransmission par TCP).

Ce type de mesurage présente les avantages de minimiser l'impact sur le trafic du client et de contrôler chaque route passant par le réseau. D'éventuels problèmes sur des liaisons ou routeurs peuvent aussi être rapidement identifiés. Il convient, cependant, de noter que les mesurages non intrus ne peuvent être effectués avec réalisme que dans un même domaine IPOD car il peut être difficile ou non souhaitable pour un opérateur d'accéder aux routeurs situés dans un autre

¹ Noter que d'autres méthodes de mesurage non intrusives sont possibles.

domaine IPOD. Les résultats des mesurages non intrus peuvent être échangés entre opérateurs se connectant par une interface X du RGT.

L'application de la surveillance de base MIB à l'intérieur d'un domaine IPOD est décrite dans l'Appendice I.

Les mesurages doivent être effectués par paires séparées de 15 minutes les unes des autres sauf pour les interfaces qui travaillent à 1 Gbit/s ou plus. Dans ce dernier cas, les lectures devraient être séparées par la durée indiquée dans le Tableau A.1 ou par une durée inférieure.

7 Mesurage de la performance en terme d'intrusions

Des techniques de mesurage intrus sont utilisées lorsqu'il est difficile ou impossible d'utiliser des mesurages non intrus. Un exemple pourrait être le temps de transfert de paquet IP dans un sens (IPTD, *IP packet transfer delay*) et la variation du temps de transfert de paquet IP (IPDV, *IP packet delay variation*). Les mesurages de temps IPTD nécessitent des horloges à haute résolution, précises en fréquence et en phase. Un autre exemple est celui de la mise en service et du processus d'activation avant d'appliquer le trafic actif aux ressources de réseau concernées. Les mesurages intrus peuvent également être utilisés afin d'évaluer la qualité en terme d'erreur par exemple, le taux d'erreur sur les paquets IP (IPER, *IP packet error ratio*) et le taux de perte de paquets IP (IPLR, *IP packet loss ratio*). Il n'est pas possible de mesurer le taux de rejet de paquets par cette technique, car les paquets ignorés ne peuvent pas être identifiés séparément des paquets perdus. C'est pourquoi les objectifs de qualité du Tableau 3 en terme de taux IPLR ont été augmentés de façon à couvrir les paquets ignorés par les routeurs. Les mesurages intrus sont habituellement limités aux routeurs BGR et OBGR en raison des problèmes pratiques posés par l'exécution de tels mesurages sur chaque routeur.

7.1 Temps de transfert de paquet IP dans un seul sens (IPTD)

Cet essai est effectué entre toutes les combinaisons de paires de routeurs OBGR dans un domaine IPOD. Toutes les paires de routeurs OBGR devraient produire des résultats de temps IPTD conformes aux objectifs de qualité spécifiés dans le Tableau 3. L'essai se compose d'envoi d'un train de paquets horodatés, répartis dans tout le trafic, d'un routeur OBGR à un autre. L'instant de réception de chaque paquet est enregistré. L'instant d'émission de chaque paquet est soustrait de l'instant de réception afin de produire le résultat de temps dans un sens pour ce paquet. Le pire cas de temps IPTD devrait être enregistré et le nombre de paquets d'essai utilisé devrait être suffisant pour donner un degré de confiance de 95% dans ce résultat. Le même essai devrait également être effectué sur la liaison de connexion entre les routeurs OBGR de domaines IPOD voisins et de bout en bout. Les résultats pour ces deux cas devraient être conformes aux limites des Tableaux 4 et 2 respectivement.

7.2 Variation de temps de paquet IP dans un seul sens (IPDV)

Cet essai est effectué entre toutes les combinaisons de paires de routeurs OBGR dans un domaine IPOD au moyen d'un train de paquets d'essai similaire à celui du temps IPTD. Toutes les paires de routeurs OBGR devraient produire un temps IPDV conforme aux objectifs de qualité spécifiés dans le Tableau 3. Une seule séquence de paquets d'essai est émise d'un routeur OBGR à l'autre. Le temps de transfert dans un sens est calculé comme ci-dessus. La plus petite valeur de temps IPTD est soustraite de la plus grande afin de produire la variation de temps de transfert. Le nombre de paquets d'essai utilisé devrait être suffisant pour donner un degré de confiance de 95% dans ce résultat (c'est-à-dire que moins de 5% de la population de valeurs de temps IPTD ne sont pas saisies). Le résultat devrait être dans les limites spécifiées dans le Tableau 3. Le même essai devrait également être effectué sur la liaison de connexion entre les routeurs OBGR de domaines IPOD voisins et de bout en bout. Les résultats pour ces deux cas devraient être dans les limites du Tableau 4 et du Tableau 2 respectivement.

7.3 Taux de perte de paquets IP (IPLR)

Cet essai est effectué entre toutes les combinaisons de paires de routeurs OBGR à l'intérieur d'un domaine IPOD. Toutes les paires de routeurs OBGR devraient produire des résultats de taux IPLR conformes aux objectifs de qualité spécifiés au Tableau 3. L'essai se compose de l'envoi d'un train de paquets numérotés, distribués dans tout le trafic, d'un routeur OBGR à un autre. Du côté du routeur OBGR de réception, les paquets sont vérifiés pour voir si certains manquent. Le nombre total de paquets manquants est enregistré, ainsi que le nombre total de paquets envoyés. Le rapport entre les deux valeurs est le taux IPLR. Le nombre de paquets d'essai utilisé devrait être suffisant pour donner un degré de confiance de 95% dans ce résultat. Le même essai devrait également être effectué sur la liaison de connexion entre les routeurs OBGR de domaines IPOD voisins et de bout en bout. Les résultats pour ces deux cases devraient être dans les limites du Tableau 4 et du Tableau 2 respectivement.

7.4 Taux d'erreur sur les paquets IP (IPER)

Cet essai est effectué entre toutes les combinaisons de paires de routeurs OBGR dans un domaine IPOD. Toutes les paires de routeurs OBGR devraient produire des résultats de taux IPER conformes aux objectifs de qualité spécifiés dans le Tableau 3. L'essai se compose de l'envoi d'un train de paquets, réparti dans tout le trafic, d'un routeur OBGR à un autre. Chaque paquet contient des bits de contrôle d'erreur. Du côté du routeur OBGR récepteur, chaque paquet est vérifié pour détecter des erreurs. Le nombre total de paquets erronés est enregistré, ainsi que le nombre total de paquets reçus. Le rapport entre ces deux valeurs est le taux IPER. Le nombre de paquets d'essai utilisé devrait être suffisant pour donner un degré de confiance de 95% dans ce résultat. Le même essai devrait également être effectué sur la liaison de connexion entre les routeurs OBGR de domaines IPOD voisins et de bout en bout. Les résultats pour ces deux cas devraient être conformes aux limites du Tableau 4 et du Tableau 2 respectivement.

8 Mesurage de la performance en terme de non-intrusion par surveillance de base MIB

Comme décrit plus haut, la performance d'un domaine IPOD (y compris un système AS individuel) peut être évaluée par interrogation de tous les routeurs contenus dans ce système afin d'obtenir des données de performance et donc une vue en temps réel de l'effet du réseau sur le trafic qui le travers. Les taux IPER et IPLR peuvent être mesurés sur toute liaison entre deux routeurs quelconques.

Des mesurages peuvent être effectués pour chaque liaison contenue dans le domaine IPOD ou pour des liaisons spécifiées. Ces liaisons, qui sont choisies pour tout mesurage particulier, doivent être désignées par le terme "population of interest". La base MIB d'un routeur OBGR peut être interrogée pour comparaison avec la base MIB du routeur OBGR voisin afin d'obtenir la performance de la liaison de connexion entre les domaines POD voisins.

La base MIB contenue dans chaque routeur devrait être interrogée afin de rechercher les décomptes requis, dont les suivants:

- ifInUcastPkts;
- ifInNUcastPkts;
- ifInDiscards;
- ifInErrors;
- ifInUnknownProtos;
- ifOutUcastPkts;
- ifOutNUcastPkts;
- ifOutDiscards;

- ifOutErrors.

Pour les définitions de ces décomptes, voir RFC 1213 [6]. Ces relevés devraient être effectués avant et après un intervalle de temps spécifié. Cet intervalle de temps entre relevés dépendra du débit binaire de l'interface dont les statistiques sont recueillies. L'intervalle de temps pour chaque débit et les procédures pour traiter le débordement de compteur sont indiqués en Annexe A.

La Figure 4 montre le passage de paquets d'un routeur au suivant et les trois points auxquels une perte de paquet ou des erreurs de paquet peuvent se produire et être détectées par la surveillance de base MIB.

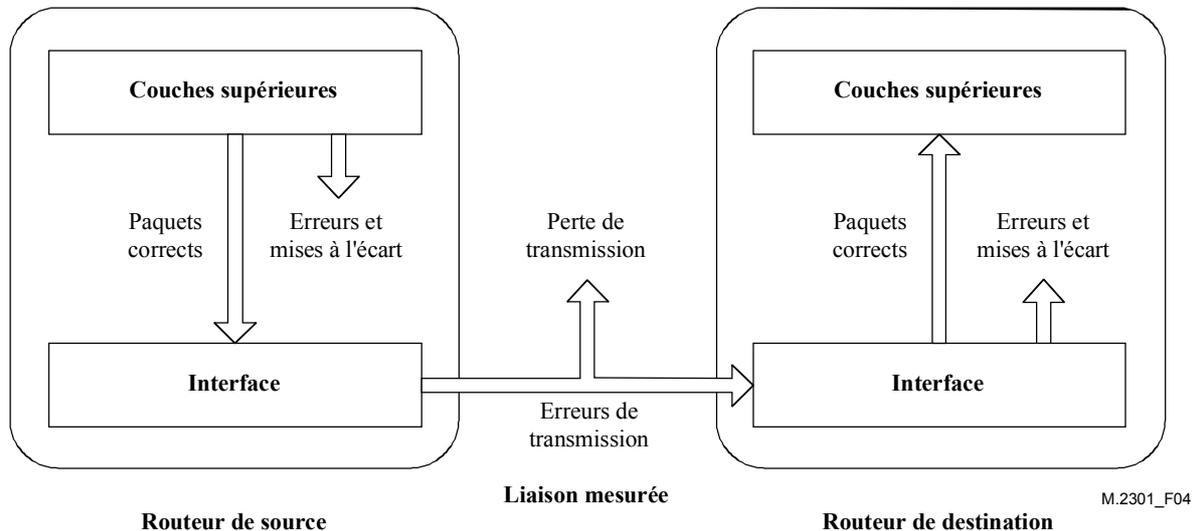


Figure 4/M.2301 – Points auxquels des pertes de paquet et des erreurs peuvent se produire

8.1 Événements de qualité IP

8.1.1 Nombre total de paquets IP reçus

Le nombre total de paquets IP reçus est un décompte du nombre de paquets reçus à une interface.

Le nombre total de paquets reçus traversant une interface est donné par la somme des décomptes suivants:

- ifInUcastPkts;
- ifInNUcastPkts;
- ifInDiscards;
- ifInErrors;
- ifInUnknownProtos.

Soit ifInTotal ce nombre.

Le nombre de paquets correctement remis à un protocole de couche supérieure est donné par la somme des décomptes suivants:

- ifInUcastPkts;
- ifInNUcastPkts.

Soit ifInOk ce nombre.

En variante, ces nombres peuvent être définis mathématiquement comme suit:

soit:

$$\text{ifInTotal} = \text{ifInUcastPkts} + \text{ifInNUcastPkts} + \text{ifInDiscards} + \text{ifInErrors} + \text{ifInUnknownProtos}$$

$$\text{ifInOK} = \text{ifInUcastPkts} + \text{ifInNUcastPkts}$$

soit:

$$\text{ifInErrored} = \text{ifInErrors} + \text{ifInUnknownProtos}$$

8.1.2 Nombre total de paquets IP émis

Le nombre total de paquets IP émis est un décompte du nombre de paquets soumis à une interface pour transmission subséquente.

Le nombre total de paquets soumis à une interface est donné par la somme de

- ifOutUcastPkts ;
- ifOutNUcastPkts .

Soit ifOutTotal ce nombre.

Le nombre de paquets correctement émis sur la liaison est donné par la somme de:

- ifOutUcastPkts ;
- ifOutNUcastPkts ;

moins la somme de:

- ifOutDiscards ;
- ifOutErrors .

soit ifOutOk ce nombre.

Ou, exprimé mathématiquement:

$$\text{ifOutTotal} = \text{ifOutUcastPkts} + \text{ifOutNUcastPkts}$$

Donc:

$$\text{ifOutOK} = \text{ifOutTotal} - (\text{ifOutDiscards} + \text{ifOutErrors}).$$

8.1.3 Taux d'erreur sur les paquets IP (IPER)

Le taux d'erreur sur les paquets IP est le rapport constaté du nombre obtenu de paquets IP erronés au nombre total de paquets IP correctement transférés plus le nombre obtenu de paquets IP erronés dans une population donnée.

Le nombre de paquets reçus, qui sont erronés, est donné par la somme de

- ifInErrors ;
- ifInUnknownProtos .

Soit ifInErrored ce nombre.

Le taux de paquets erronés est le rapport de ifInErrored à ifInTotal .

Ou, exprimé mathématiquement:

$$\text{IPER} = (\text{ifInErrors} + \text{ifInUnknownProtos})/\text{ifInTotal}.$$

8.1.4 Taux de perte de paquets IP (IPLR)

Le taux de perte de paquets IP est le rapport constaté du nombre total de paquets IP perdus au nombre total de paquets IP émis dans une population donnée.

Le taux de perte de paquets est le rapport des paquets reçus et remis à la couche supérieure au nombre de paquets soumis pour transmission, c'est-à-dire $ifInOk$ à $ifOutTotal$.

Ou, exprimé mathématiquement:

$$IPLR = (ifInUcastPkts + ifInNUcastPkts)/ifOutTotal.$$

8.1.5 Taux de mise à l'écart de paquets IP (IPDR)

Le taux de mise à l'écart de paquets IP est le rapport constaté du nombre total de paquets IP ignorés au nombre total de paquets IP émis dans une population donnée. Les paquets ignorés sont ceux qui sont délibérément perdus bien qu'ils soient sans erreur. Ces paquets sont habituellement ignorés parce qu'il n'y a pas assez d'espace de tampon pour mémoriser les paquets pendant qu'ils attendent le traitement. Le taux de mise à l'écart de paquets IP est donc une mesure de l'encombrement du réseau.

Le nombre de paquets ignorés est donné par la somme de:

- $ifInDiscards$;
- $ifOutDiscards$.

soit $ifDiscardTotal$ ce nombre.

Le taux de perte de paquets est le rapport de $ifDiscardTotal$ à $ifOutTotal$.

Ce qui donne, exprimé mathématiquement:

$$IPDR = (ifInDiscards + ifOutDiscards)/ifOutTotal.$$

9 Objectifs de qualité pour réseaux IP

Les valeurs données dans les tableaux suivants sont fondés sur un modèle fictif de référence composé de deux liaisons d'accès et de huit domaines IPOD connectés par sept liaisons de connexion de routeur OBGR à routeur OBGR, sur une longueur totale de 27 500 km. Etant donné que les objectifs stricts de temps IPTD des classes de QS 0 et 2 ne peuvent pas être garantis sur d'aussi longues distances, un modèle de référence réduit, composé de deux liaisons d'accès et de trois domaines IPOD connectés par deux liaisons de connexion OBGR à OBGR, sur une longueur totale de 10 000 km, a été utilisé pour ces classes de QS.

On a attribué aux domaines IPOD deux tiers de l'objectif global de performance de bout en bout et un tiers aux liaisons de connexion. Les liaisons d'accès ont *chacune* reçu 17,5% de l'attribution totale à la liaison de connexion (c'est-à-dire 5,83% de l'objectif total de qualité de bout en bout). Les objectifs de qualité pour un seul domaine IPOD ou une seule liaison de connexion entre domaines IPOD adjacents sont calculés par répartition des objectifs de qualité de bout en bout. Dans le cas du taux IPER, cela peut produire une vue légèrement pessimiste du taux d'erreur, surtout pour des valeurs croissantes du taux IPER. Cela dépend des statistiques d'erreur et de leur relation avec les statistiques de longueur de paquet.

9.1 Flux IP de bout en bout

Les objectifs de qualité suivants sont spécifiés pour un flux IP de bout en bout traversant au moins deux domaines IPOD:

Tableau 2/M.2301 – Définitions de classe de QS et objectifs de qualité de réseau IP pour un flux IP de bout en bout

Paramètre / Classe de QS	IPTD	IPDV	IPLR	IPER	IPDR
Classe 0	100 ms	50 ms	5×10^{-4} (Note 1)	5×10^{-5}	5×10^{-4}
Classe 1	400 ms	50 ms	5×10^{-4} (Note 1)	5×10^{-5}	5×10^{-4}
Classe 2	100 ms	U	5×10^{-4}	5×10^{-5}	5×10^{-4}
Classe 3	400 ms	U	5×10^{-4}	5×10^{-5}	5×10^{-4}
Classe 4	1 s	U	5×10^{-4}	5×10^{-5}	5×10^{-4}
Classe 5	U	U	U	U	U

NOTE 1 – Certaines applications (par exemple, MPEG-2) peuvent nécessiter un taux IPLR $< 5 \times 10^{-5}$.

NOTE 2 – "U" signifie "non spécifié" ou "non limité". Lorsque la performance par rapport à un paramètre particulier est identifiée comme étant "U", l'UIT-T n'établit pas d'objectif pour ce paramètre et tout objectif par défaut selon la Rec. UIT-T Y.1541 [5] peut être négligé. Lorsque l'objectif pour un paramètre est mis à "U", la performance relative à ce paramètre peut, parfois, être arbitrairement basse.

9.2 Flux IP dans un même domaine IPOD

Les objectifs de qualité suivants sont spécifiés pour un flux IP dans un même domaine IPOD. Il y a 8 domaines IPOD dans le modèle de référence, et l'objectif de performance pour un seul domaine IPOD est donc donné par les formules suivantes:

objectif pour 1 IPOD = objectif de bout en bout $\times 2/3 \times 1/8$ (pour classes de QS 1, 3, 4 et 5).

objectif pour 1 IPOD = objectif de bout en bout $\times 2/3 \times 1/3$ (pour classes de QS 0 et 2).

Tableau 3/M.2301 – Définitions de classe de QS et objectifs de qualité de réseau IP pour un flux IP dans un même domaine IPOD

Paramètre / Classe de QS	IPTD	IPDV	IPLR	IPER	IPDR
Classe 0	11 + P ms (Note 3)	A étudier	$1,1 \times 10^{-4}$ (Note 1)	$1,1 \times 10^{-5}$	$1,1 \times 10^{-4}$ (Note 1)
Classe 1	22 + P ms (Note 3)	A étudier	$4,2 \times 10^{-5}$ (Note 1)	$4,2 \times 10^{-6}$	$4,2 \times 10^{-5}$ (Note 1)
Classe 2	11 + P ms (Note 3)	U	$1,1 \times 10^{-4}$	$1,1 \times 10^{-5}$	$1,1 \times 10^{-4}$
Classe 3	22 + P ms (Note 3)	U	$4,2 \times 10^{-5}$	$4,2 \times 10^{-6}$	$4,2 \times 10^{-5}$
Classe 4	72 + P ms (Note 3)	U	$4,2 \times 10^{-5}$	$4,2 \times 10^{-6}$	$4,2 \times 10^{-5}$
Classe 5	U	U	U	U	U

NOTE 1 – Certaines applications (par exemple, MPEG-2) peut nécessiter un taux IPLR plus strict.

NOTE 2 – "U" signifie "non spécifié" ou "non limité". Lorsque la performance par rapport à un paramètre particulier est identifiée comme étant "U", l'UIT-T n'établit pas d'objectif pour ce paramètre et tout objectif Y.1541 [5] par défaut peut être négligé. Lorsque l'objectif pour un paramètre est mis à "U", la performance relative à ce paramètre peut, parfois, être arbitrairement basse.

NOTE 3 – Si la distance de routage entre routeurs OBGR dans le domaine IPOD dépasse 200 km, alors un terme de temps de propagation, P, est ajouté. Il est calculé par multiplication de la distance de routage (en km) par 5, division par 1000 et arrondissement par défaut à un nombre entier. Cela permet en fait 1 ms pour chaque multiple entier de 200 km. Voir le Tableau 6 pour le calcul de distance de routage lorsque seule la distance à vol d'oiseau est connue.

NOTE 4 – Les limites de qualité en terme de temps de transfert sont calculées d'après les formules qui précèdent le tableau après soustraction, du temps IPTD global de bout en bout, du temps de transfert résultant de la longueur du réseau (137 ms pour les classes de QS 1, 3, 4 et 5; 50 ms pour les classes de QS 0 et 2). Le facteur dépendant de la distance, P, peut faire que les objectifs de qualité de flux de bout en bout ne soient pas atteints dans le cas de grands domaines IPOD. Par exemple, dans certaines régions géographiques extrêmes ou avec un bond par satellite, il est parfois impossible d'atteindre les limites de qualité globale en terme de temps de transfert de bout en bout. En conséquence, certains services très interactifs en mode IP peuvent ne pas être viables.

9.3 Liaison unique entre deux domaines IPOD adjacents

Les objectifs de qualité suivants sont spécifiés pour la liaison unique entre les deux OBGR de part et d'autre de la frontière entre deux domaines IPOD. Il y a 8 domaines IPOD dans le modèle de référence, et donc l'objectif de performance pour une seule liaison de connexion entre domaines IPOD adjacents est donné par les formules suivantes:

objectif de liaison unique = objectif de bout en bout $\times 1/3 \times 0,65 \times 1/7$ (pour classes de QS 1, 3, 4, 5);

objectif de liaison unique = objectif de bout en bout $\times 1/3 \times 0,65 \times 1/2$ (pour classes de QS 0 et 2).

Tableau 4/M.2301 – Définitions de classe de QS et objectifs de qualité de réseau IP pour une liaison unique entre routeurs OBGR

Paramètre / Classe de QS	IPTD	IPDV	IPLR	IPER	IPDR
Classe 0	5 + P ms (Note 1)	A étudier	$5,4 \times 10^{-5}$	$5,4 \times 10^{-6}$	$5,4 \times 10^{-5}$
Classe 1	8 + P ms (Note 1)	A étudier	$1,5 \times 10^{-5}$	$1,5 \times 10^{-6}$	$1,5 \times 10^{-5}$
Classe 2	5 + P ms (Note 1)	U	$5,4 \times 10^{-5}$	$5,4 \times 10^{-6}$	$5,4 \times 10^{-5}$
Classe 3	8 + P ms (Note 1)	U	$1,5 \times 10^{-5}$	$1,5 \times 10^{-6}$	$1,5 \times 10^{-5}$
Classe 4	27 + P ms (Note 1)	U	$1,5 \times 10^{-5}$	$1,5 \times 10^{-6}$	$1,5 \times 10^{-5}$
Classe 5	U	U	U	U	U

NOTE 1 – Si la distance de routage entre routeurs OBGR de domaines IPOD adjacents dépasse 200 km, alors un terme de temps de propagation, P, est ajouté. Il est calculé par multiplication de la distance de routage (en km) par 5, division par 1000 et arrondissement par défaut à un nombre entier. Cela permet en fait 1 ms pour chaque multiple entier de 200 km. Voir le Tableau 6 pour le calcul de distance de routage lorsque seule la distance à vol d'oiseau est connue.

NOTE 2 – Les limites de qualité en terme de temps de transfert sont calculées d'après les formules qui précèdent le tableau après soustraction, du temps IPTD global de bout en bout, du temps de transfert résultant de la longueur du réseau (137 ms pour classes de QS 1, 3, 4 et 5; 50 ms pour classes de QS 0 et 2). Le facteur dépendant de la distance, P, peut avoir pour effet que les objectifs de qualité de flux de bout en bout ne soient pas atteints dans le cas de grandes distances entre domaines IPOD. Par exemple, dans certaines régions géographiques extrêmes ou avec un bond par satellite, il est parfois impossible d'atteindre les limites de qualité globale en terme de temps de transfert de bout en bout. En conséquence, certains services très interactifs en mode IP peuvent ne pas être viables.

9.4 Liaisons d'accès

Les objectifs de qualité suivants sont spécifiés pour la liaison d'accès entre l'interface NI et la passerelle d'accès (AG). L'objectif de performance pour une seule liaison d'accès est donné par la formule suivante:

$$\text{objectif de liaison d'accès} = \text{objectif de bout en bout} \times 1/3 \times 0,175$$

Tableau 5/M.2301 – Définitions de classe de QS et objectifs de qualité de réseau IP pour une seule liaison d'accès

Paramètre	IPTD	IPDV	IPLR	IPER	IPDR
Classe de QS					
Classe 0	3 + P ms (Note 1)	A étudier	3×10^{-5}	3×10^{-6}	3×10^{-5}
Classe 1	15 + P ms (Note 1)	A étudier	3×10^{-5}	3×10^{-6}	3×10^{-5}
Classe 2	3 + P ms (Note 1)	U	3×10^{-5}	3×10^{-6}	3×10^{-5}
Classe 3	15 + P ms (Note 1)	U	3×10^{-5}	3×10^{-6}	3×10^{-5}
Classe 4	50 + P ms (Note 1)	U	3×10^{-5}	3×10^{-6}	3×10^{-5}
Classe 5	U	U	U	U	U

NOTE 1 – Si la distance de routage d'une liaison d'accès dépasse 200 km, alors un terme de temps de propagation, P, est ajouté. Il est calculé par multiplication de la distance de routage (en km) par 5, division par 1000 et arrondissement par défaut à un nombre entier. Cela permet en fait 1 ms pour chaque multiple entier de 200 km. Voir le Tableau 6 pour le calcul de distance de routage lorsque seule la distance à vol d'oiseau est connue.

NOTE 2 – Les limites de qualité en terme de temps de transfert sont calculées d'après la formule suivante qui précède le tableau après soustraction, du temps IPTD global de bout en bout, du temps de transfert résultant de la longueur du réseau (137 ms pour classes de QS 1, 3, 4 et 5; 50 ms pour classes de QS 0 et 2). Le facteur dépendant de la distance, P, peut avoir pour effet que les objectifs de qualité de flux de bout en bout ne soient pas atteints dans le cas de longues liaisons d'accès. Par exemple, dans certaines régions géographiques extrêmes ou avec un bond par satellite, il est parfois impossible d'atteindre les limites de qualité globale en terme de temps de transfert de bout en bout. En conséquence, certains services très interactifs en mode IP peuvent ne pas être viables.

9.5 Calcul de distance de routage

Le Tableau 6 contient les formules suivantes pour le calcul de la distance de routage lorsque seule la distance à vol d'oiseau est connue.

Tableau 6/M.2301 – Distance de routage calculée

Distance à vol d'oiseau de routage, d	Distance de routage calculée
$d < 1000$ km	$d \times 1,5$ km
$1000 \leq d < 1200$ km	1500 km
$d \geq 1200$ km	$d \times 1,25$ km

Annexe A

Procédures de lecture des registres MIB de routeur

La présente annexe contient des procédures pour lire les registres MIB de routeur. Le Tableau A.1 indique le temps qui doit s'écouler entre lectures de valeurs de la base MIB selon le débit d'interface.

Tableau A.1/M.2301 – Temps écoulé entre lectures de valeurs de base MIB

Désignation UIT	Désignation ATIS T1	Débit (Mbit/s)	Temps écoulé
IEEE 802.2 Ethernet	IEEE 802.2 Ethernet	10	24 h
E3		34	12 h
	DS3	45	12 h
IEEE 802.3u Ethernet	IEEE 802.3u Ethernet	100	140 min
STM-1	STS-3/OC-3	155	3 h
STM-4	STS-12/OC-12	622	50 min
IEEE 802.3z GbE	IEEE 802.3z GbE	1000	14 min
STM-16	STS-48/OC-48	2488	10 min
IEEE 802.3ae GbE	IEEE 802.3ae GbE	10 000	1 min

Lors de mesurages non intrus, la base MIB contenue dans chaque routeur est lue deux fois: une fois au début et une fois à la fin de la période de mesurage. La lecture finale sera généralement supérieure à la lecture initiale. Dans ce cas, le début est soustrait de la fin pour produire la valeur des paramètres mesurés. En certaines occasions, le compteur "débordera" (c'est-à-dire atteindra un décompte maximal et recommencera à zéro). Les valeurs du Tableau A.1 ont été choisies de façon que cela ne se produise pas deux fois au cours de la même période de mesurage.

Lorsqu'un débordement se produit, la lecture finale est inférieure à la lecture initiale. Avant que la valeur correcte puisse être calculée, il est nécessaire de déterminer si le compteur est à 32 bits ou 64 bits. Toutes les bases MIB consultées par SNMP v1 utilisent des compteurs à 32 bits, car la version v1 ne prend pas en charge les compteurs à 64 bits. Si la version SNMP v2c ou v3 est utilisée, il est possible que certains des compteurs soient à 64 bits. Les compteurs à 64 bits ont les lettres "HC" (qui signifient "haute capacité") dans le nom du compteur. Par exemple, le compteur ifHCInUcastPkts a 64 bits, tandis que le compteur ifInUcastPkts a 32 bits.

Voir ensuite la Figure A.1 pour déterminer comment calculer la valeur des deux compteurs lecture.

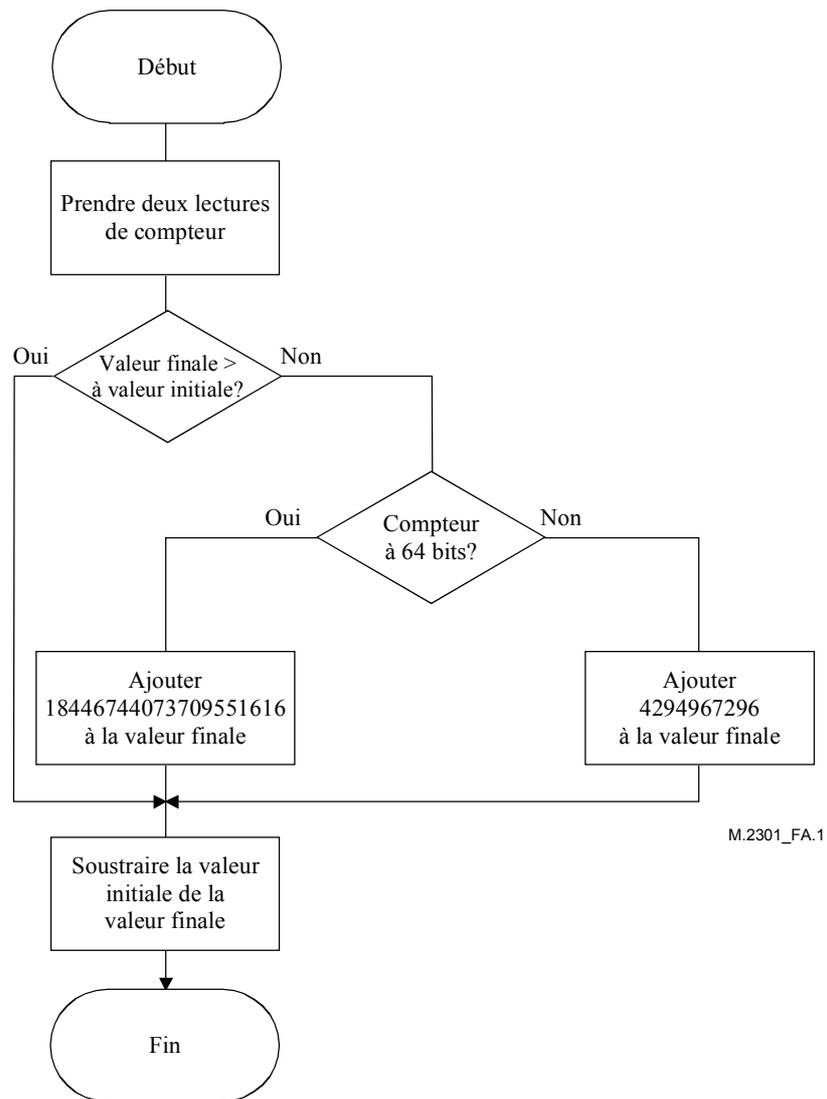


Figure A.1/M2301 – Organigramme permettant de déterminer les valeurs de compteur MIB

Il convient de noter que la plupart des équipements IP utilisent une interface de gestion SNMP mais que d'autres types de protocole ne sont pas exclus.

Appendice I

Performance dans un domaine IPOD

I.1 Liaison unique entre deux routeurs adjacents

Lorsqu'une liaison individuelle ou un routeur particulier est ajouté à un système AS existant, il pourrait être contrôlé par les méthodes définies dans la présente Recommandation. Un opérateur de réseaux IP peut souhaiter utiliser la technique de mesurage non intrusif de la performance, défini dans le § 8, afin de surveiller son réseau de façon régulière. Cela permettra d'identifier rapidement les liaisons et routeurs ayant une basse performance. Cela donnera également un avertissement précoce de la nécessité de réétudier le réseau afin d'absorber la croissance du trafic. Les points noirs pourront ainsi être repérés et traités avant que le trafic d'utilisateur soit gravement affecté.

Les objectifs de qualité pour une liaison de connexion entre routeurs sont calculés par répartition des objectifs de qualité de bout en bout. Dans le cas du taux IPER, cela peut produire une vue légèrement pessimiste du taux d'erreur, surtout pour des valeurs croissantes du taux IPER. Cela dépend des statistiques d'erreur et de leur relation avec les statistiques de longueur de paquet.

Le Tableau I.1 spécifie les objectifs de qualité pour chaque liaison entre routeurs adjacents dans un même système AS:

Tableau I.1/M.2301 – Définitions de classe de QS et objectifs de qualité de réseau IP pour une liaison unique entre routeurs

Paramètre / Classe QS	IPTD	IPDV	IPLR	IPER	IPDR
Classe 0	5 + P ms (Note 1)	A étudier	$5,4 \times 10^{-5}$	$5,4 \times 10^{-6}$	$5,4 \times 10^{-5}$
Classe 1	8 + P ms (Note 1)	A étudier	$1,5 \times 10^{-5}$	$1,5 \times 10^{-6}$	$1,5 \times 10^{-5}$
Classe 2	5 + P ms (Note 1)	U	$5,4 \times 10^{-5}$	$5,4 \times 10^{-6}$	$1,5 \times 10^{-5}$
Classe 3	8 + P ms (Note 1)	U	$1,5 \times 10^{-5}$	$1,5 \times 10^{-6}$	$1,5 \times 10^{-5}$
Classe 4	27 + P ms (Note 1)	U	$1,5 \times 10^{-5}$	$1,5 \times 10^{-6}$	$1,5 \times 10^{-5}$
Classe 5	U	U	U	U	U

NOTE 1 – Si la distance de routage entre routeurs dépasse 200 km, alors un terme de temps de propagation, P, est ajouté. Il est calculé par multiplication de la distance de routage (en km) par 5, division par 1000 et arrondissement par défaut à un nombre entier. Voir le Tableau 6 pour le calcul de distance de routage lorsque seule la distance à vol d'oiseau est connue.

NOTE 2 – Le facteur dépendant de la distance, P, peut avoir pour effet que les objectifs de qualité de flux de bout en bout ne soient pas atteints dans le cas de grands domaines IPOD. Par exemple, dans certaines régions géographiques extrêmes ou avec un bond par satellite, il est parfois impossible d'atteindre les limites de qualité globale en terme de temps de transfert de bout en bout. En conséquence, certains services très interactifs en mode IP peuvent ne pas être viables.

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série B	Moyens d'expression: définitions, symboles, classification
Série C	Statistiques générales des télécommunications
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	RGT et maintenance des réseaux: systèmes de transmission, circuits téléphoniques, télégraphie, télécopie et circuits loués internationaux
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 et communication entre systèmes ouverts
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information et protocole Internet
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication