



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

Y.1560

(09/2003)

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

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

**Paramètres de qualité de fonctionnement des
connexions TCP en présence de médiateurs**

Recommandation UIT-T Y.1560

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

| | |
|---|----------------------|
| 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 |
| RÉSEAUX DE LA 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 nouvelle génération | Y.2250–Y.2299 |
| Numérotage, nommage et adressage | Y.2300–Y.2399 |
| Gestion de réseau | Y.2400–Y.2499 |
| Architectures et protocoles de commande de réseau | Y.2500–Y.2599 |
| Sécurité | Y.2700–Y.2799 |
| Mobilité généralisée | Y.2800–Y.2899 |

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

Recommandation UIT-T Y.1560

Paramètres de qualité de fonctionnement des connexions TCP en présence de médiateurs

Résumé

La Rec. UIT-T Y.1560 définit la qualité de fonctionnement du protocole de commande de transmission (TCP, *transmission control protocol*) de bout en bout en termes de vitesse, de précision et de fiabilité dans les réseaux IP comportant des médiateurs, qui sont des nœuds où se terminent des connexions TCP.

Source

La Recommandation Y.1560 de l'UIT-T a été approuvée par la Commission d'études 13 (2001-2004) de l'UIT-T selon la procédure définie dans la Recommandation UIT-T A.8 le 13 septembre 2003.

Mots clés

Protocole de commande de transmission (TCP), protocole Internet (IP), qualité de fonctionnement de connexion TCP, disponibilité.

AVANT-PROPOS

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

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

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

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

NOTE

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

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

DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

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

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT 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 2004

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 | Définitions 1 |
| 4 | Abréviations..... 2 |
| 5 | Modèle de référence 2 |
| 5.1 | Modèle stratifié..... 2 |
| 5.2 | Configuration de référence 3 |
| 5.3 | Événements de référence 3 |
| 6 | Paramètres de performance..... 5 |
| 6.1 | Paramètres de vitesse..... 5 |
| 6.2 | Paramètres de précision et de sûreté de fonctionnement..... 6 |
| 6.3 | Paramètres de disponibilité..... 6 |
| Appendice I – Médiateur..... 7 | |
| I.1 | Introduction..... 7 |
| I.2 | Facteurs qui affectent la performance des connexions TCP 7 |
| I.3 | Références..... 7 |
| Appendice II – Efficacité des médiateurs 9 | |
| Appendice III – Considérations relatives au débit..... 9 | |
| III.1 | Considérations relatives à la définition du débit des connexions TCP 9 |
| III.2 | Débit de communication de données..... 10 |
| III.3 | Débit utile de communication globale..... 10 |
| Appendice IV – Bibliographie 10 | |

Recommandation UIT-T Y.1560

Paramètres de qualité de fonctionnement des connexions TCP en présence de médiateurs

1 Domaine d'application

La présente Recommandation définit le protocole de commande de transmission (TCP, *transmission control protocol*) de bout en bout en termes de vitesse, de précision et de fiabilité dans les réseaux IP comportant des médiateurs, qui sont des nœuds où se terminent des connexions TCP. La qualité de fonctionnement en mode TCP est spécifiée par une vue diachronique des connexions TCP de bout en bout comportant trois phases: l'établissement de la connexion, la communication de données et la libération de la connexion. La disponibilité est également un critère de qualité de fonctionnement des connexions TCP. La qualité de fonctionnement d'une connexion TCP dont peut bénéficier un utilisateur peut être mesurée par la surveillance du réseau IP. L'interaction des performances entre les couches TCP et IP nécessite 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 I.350 (1993), *Aspects généraux relatifs à la qualité de service et à la performance des réseaux numériques, y compris les RNIS*.
- [2] Recommandation UIT-T Y.1540 (2002) (ex UIT-T I.380), *Service de communication de données par protocole Internet – Paramètres de performance pour le transfert de paquets IP et la disponibilité de ce service*.
- [3] Recommandation UIT-T Y.1541 (2002), *Objectifs de qualité de fonctionnement pour les services en mode IP*.
- [4] IETF RFC 793 (1981) – *Transmission Control Protocol (TCP)*.

3 Définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

3.1 qualité de fonctionnement de bout en bout en mode TCP: qualité de fonctionnement dans la couche TCP entre un serveur SRC et un serveur DST.

3.2 accès: partie d'un connecteur logiciel qui spécifie la voie logique d'entrée ou de sortie de processus qui est associée aux données.

4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

| | |
|-------|--|
| ACK | acquittement (<i>acknowledgment</i>) |
| DST | serveur de destination (<i>destination host</i>) |
| FIN | fin |
| FTP | protocole de transfert de fichiers (<i>file transfer protocol</i>) |
| HTTP | protocole de transfert hypertexte (<i>hypertext transfer protocol</i>) |
| IETF | Groupe de travail d'ingénierie Internet (<i>Internet engineering task force</i>) |
| IP | protocole Internet (<i>Internet protocol</i>) |
| LL | couches inférieures, protocoles et techniques prenant en charge la couche IP (<i>lower layers, protocols and technology supporting the IP layer</i>) |
| MP | point de mesurage (<i>measurement point</i>) |
| RNIS | réseau numérique à intégration de services |
| SMTP | protocole simple de transfert de messages (<i>simple mail transfer protocol</i>) |
| SRC | serveur d'origine (<i>source host</i>) |
| SYN | fanion de lancement de connexion TCP (<i>initiation flag of TCP connection</i>) |
| UIT-T | Union internationale des télécommunications – Secteur de la normalisation des télécommunications |

5 Modèle de référence

5.1 Modèle stratifié

La Figure 1 présente la nature stratifiée du comportement d'une connexion TCP à médiateur, où aboutissent des connexions TCP. La connexion TCP est un conduit de communication logique établi entre deux accès et initialisé par chacun d'eux. La qualité de fonctionnement dont bénéficient les utilisateurs du service TCP dépend de celle de la couche IP et des autres couches.

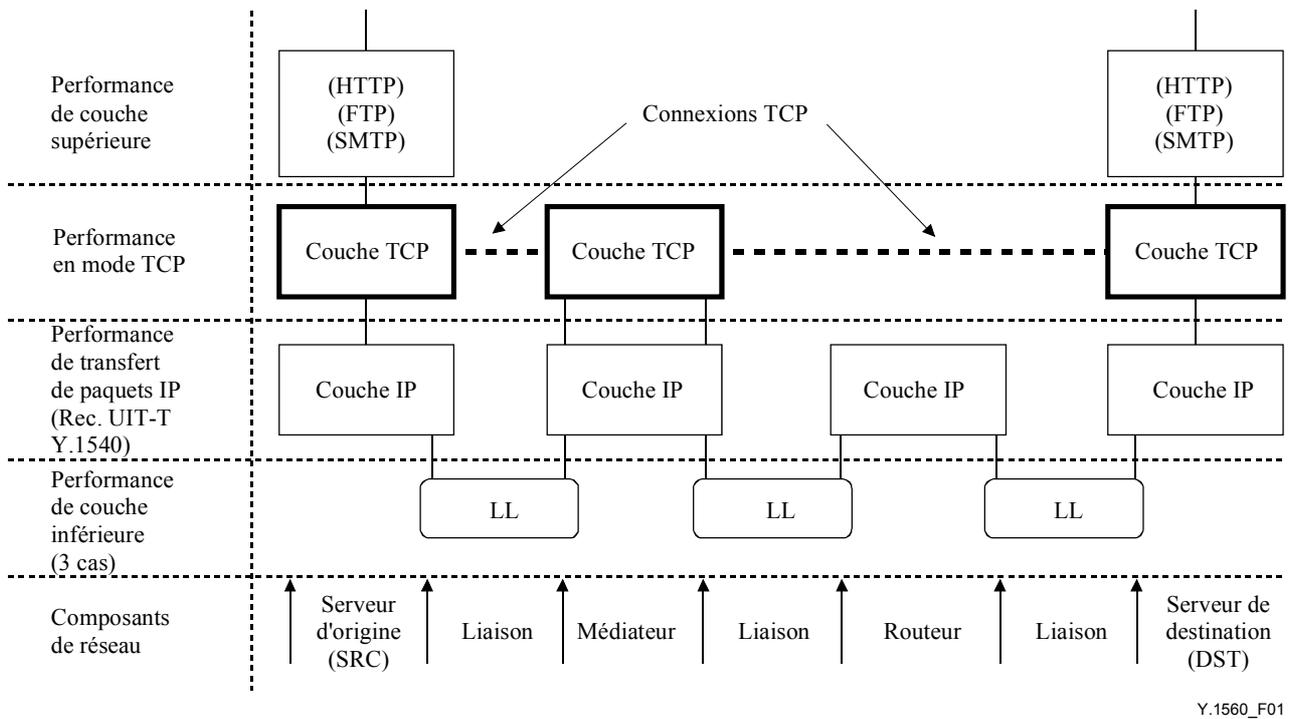


Figure 1/Y.1560 – Nature stratifiée du comportement d'une connexion TCP à médiateur – Exemple

5.2 Configuration de référence

La Figure 2 montre la relation entre des événements de référence et des points de mesure pour une connexion TCP. En l'absence de médiateur, il n'y a que deux points de mesure d'extrémité.

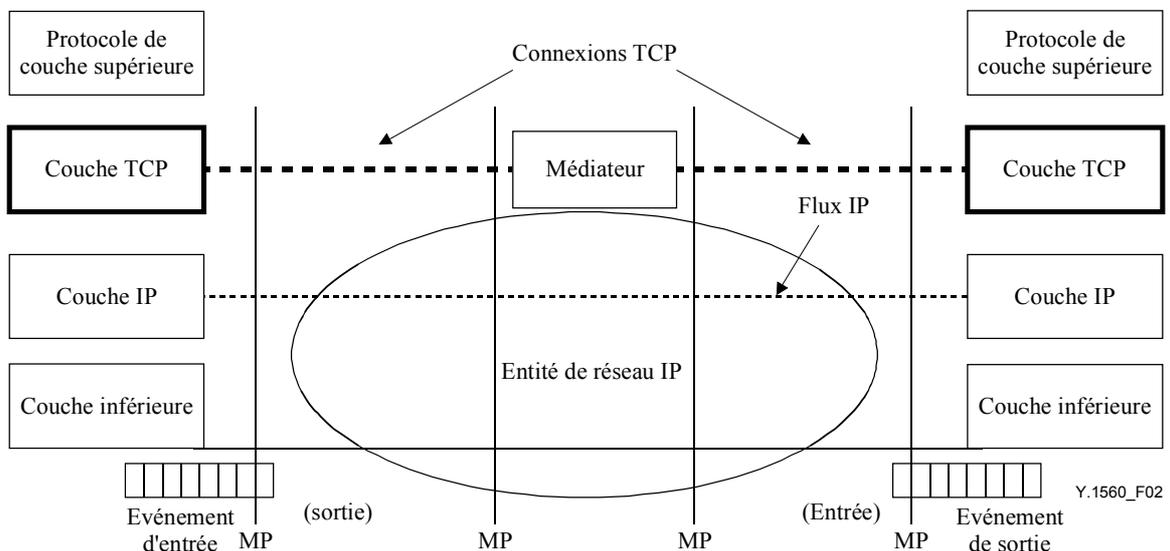


Figure 2/Y.1560 – Relation entre événements de référence et points de mesure

5.3 Événements de référence

La Figure 3 montre les relations diachroniques de bout en bout de quelques connexions TCP. Chacune de ces relations comporte une phase d'établissement de la connexion, une phase de communication des données et une phase de libération de la connexion.

La phase d'établissement de la connexion est la durée qui s'écoule entre l'envoi du paquet SYN à partir du point de mesurage d'entrée jusqu'au médiateur, et la réception du paquet ACK (provenant du médiateur) au point de mesurage de sortie.

La phase de communication de données est la durée qui s'écoule entre l'envoi du premier paquet de demande de données à partir du point de mesurage d'entrée jusqu'au médiateur et la réception par le médiateur du paquet ACK acquittant le dernier paquet de transfert de données.

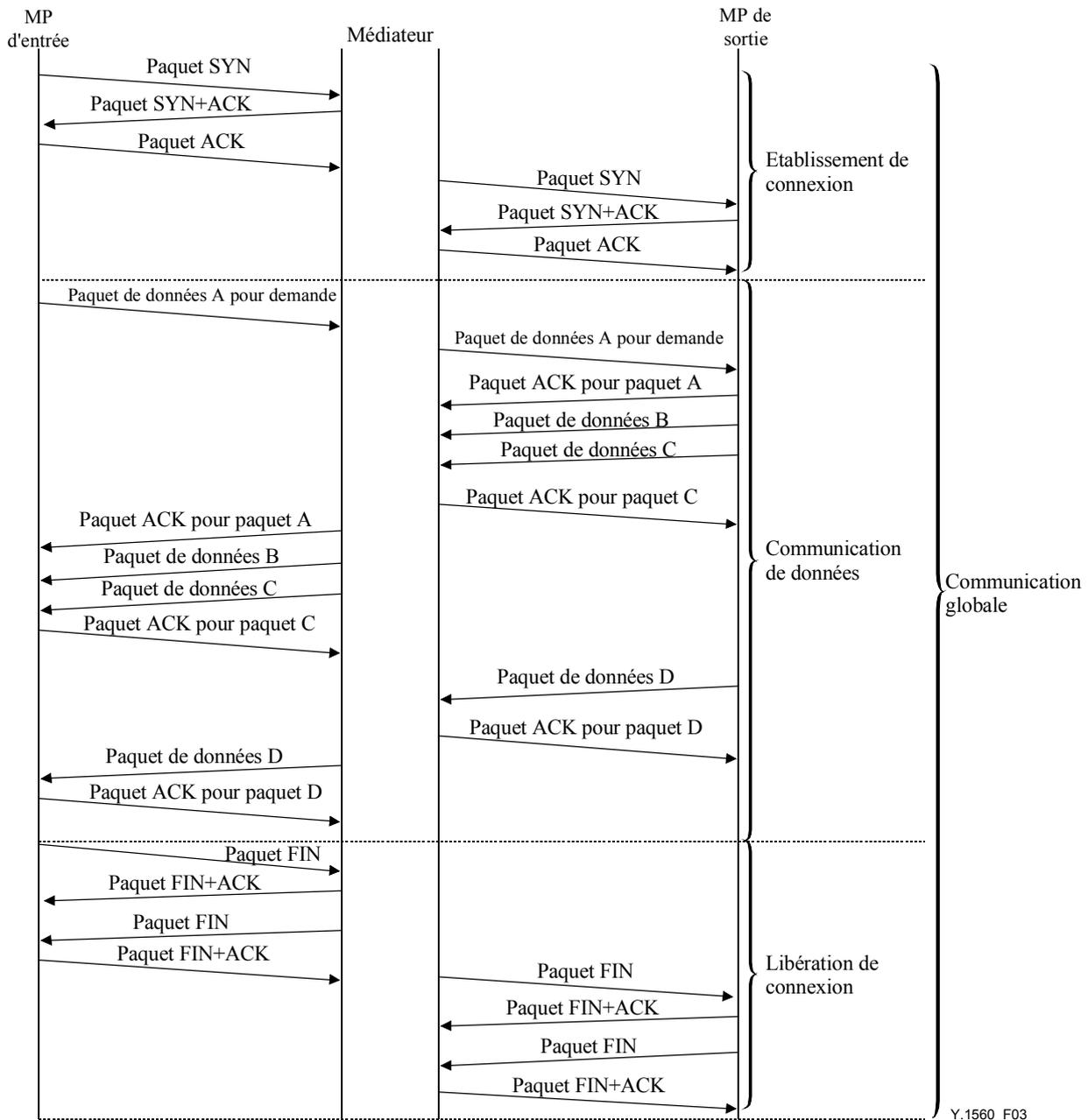
La phase de libération de la connexion est la durée qui s'écoule entre l'envoi du paquet FIN à partir du point de mesurage d'entrée jusqu'au médiateur et la réception, par le point de mesurage de sortie, du paquet FIN+ACK provenant du médiateur.

La phase de communication globale est la durée qui s'écoule entre l'envoi du paquet SYN à partir du point de mesurage d'entrée jusqu'au médiateur et la réception, par le point de mesurage de sortie, du paquet FIN+ACK provenant du médiateur. La phase de communication globale est constituée de l'établissement de la connexion, de la communication des données et de la libération de la connexion.

Les événements et paramètres de référence de la performance TCP sont définis compte tenu de ces phases et de ces flux. La relation diachronique de bout en bout des connexions TCP dépend de la version du protocole TCP. Pour définir la relation diachronique de bout en bout, il convient donc de spécifier la version du protocole TCP.

NOTE 1 – Par version du protocole TCP on entend RFC 793, Reno, Tahoe et ainsi de suite.

NOTE 2 – La Figure 3 est un exemple. Il y a quelques manipulations du paquet ACK au niveau du médiateur. Voir l'Appendice I.



Y.1560_F03

Figure 3/Y.1560 – Relations diachroniques de bout en bout des connexions TCP

6 Paramètres de performance

Le Tableau 1 montre l'application des trois critères de performance génériques à chacune des trois fonctions TCP. La disponibilité, calculée à partir de ces trois paramètres de performance génériques, est aussi un des critères de performance TCP.

6.1 Paramètres de vitesse

6.1.1 Temps d'établissement de la connexion

Le temps d'établissement de la connexion est la durée qui s'écoule entre l'envoi du paquet SYN à partir du point de mesurage d'entrée jusqu'au médiateur et la réception, par le point de mesurage de sortie, du paquet ACK provenant du médiateur.

Le temps d'établissement de la connexion est la durée de la phase d'établissement de la connexion de la Figure 3.

6.1.2 Débit utile de communication de données

La définition des paramètres de débit utile de communication de données nécessite un complément d'étude.

NOTE – Voir l'Appendice III.2.

Tableau 1/Y.1560 – Critères de performance génériques pour les fonctions de connexion TCP

| | | Vitesse | | Précision | Fiabilité |
|---------------|-------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|---|--|
| Connexion TCP | Etablissement de la connexion | Temps d'établissement de la connexion | Débit de communication total | Probabilité d'erreur d'établissement de connexion | Probabilité d'échec d'établissement de connexion |
| | Communication de données | Débit de communication | | – | – |
| | Libération de connexion | Temps de libération de connexion | | Probabilité de déconnexion prématurée | Probabilité d'échec de libération de connexion |

6.1.3 Temps de libération de la connexion

Le temps de libération de la connexion est la durée qui s'écoule entre l'envoi du paquet FIN à partir du point de mesurage d'entrée jusqu'au médiateur et la réception, par le point de mesurage de sortie, du paquet FIN+ACK provenant du médiateur.

Le temps de libération de la connexion est égal à la durée de la phase de libération de la connexion de la Figure 3. La définition du temps de libération est fonction de la version TCP; elle nécessite un complément d'étude.

6.1.4 Débit utile de communication globale

La définition des paramètres de débit utile pour l'ensemble de la communication nécessite un complément d'étude.

NOTE – Voir l'Appendice III.3.

6.2 Paramètres de précision et de sûreté de fonctionnement

6.2.1 Probabilité d'erreur d'établissement de la connexion

Rapport du nombre de tentatives d'établissement de connexion produisant une erreur au nombre total de tentatives d'établissement de connexion au cours de la période mesurée.

6.2.2 Probabilité d'échec d'établissement de la connexion

Rapport du nombre de tentatives d'établissement de connexion donnant lieu à un échec au nombre total de tentatives d'établissement de connexion au cours de la période mesurée.

6.2.3 Probabilité de déconnexion prématurée

La définition de la probabilité de déconnexion prématurée nécessite un complément d'étude.

6.2.4 Probabilité d'échec de libération de la connexion

Rapport du nombre d'échecs de libération au nombre total de tentatives de libération de connexion au cours de la période mesurée.

6.3 Paramètres de disponibilité

Les décisions relatives aux paramètres de performance primaires appropriés, au seuil de coupure et aux algorithmes de sa définition, nécessitent un complément d'étude approfondi. L'indisponibilité du service TCP pourrait être l'un des paramètres de performance en terme de disponibilité.

Appendice I

Médiateur

I.1 Introduction

Les médiateurs sont actuellement examinés par le groupe IETF [1]. Les principaux sont: i) le pare-feu à filtrage de paquets; ii) le mandataire d'application; et iii) la table de traduction d'adresse de réseau (NAT, *network address translation*).

- i) Le pare-feu à filtrage de paquets supprime les paquets dont le passage n'est pas autorisé; il ne termine pas la connexion TCP.
- ii) Le mandataire d'application termine une connexion TCP et agit pour la connexion vers l'extérieur. Le mandataire HTTP, le mandataire WAP, protocole d'applications hertziennes (WAP, *wireless application protocol*) et le mandataire PEP, protocole d'amélioration de la performance (PEP, *performance enhancing proxy*) sont des exemples de mandataires d'application.
- iii) Les tables de traduction d'adresse de réseau traduisent les adresses IP privées à destination ou en provenance d'adresses IP globales; elles ne terminent pas les connexions TCP.

I.2 Facteurs qui affectent la performance des connexions TCP

Les facteurs suivants affectent la performance des connexions TCP en cas de présence de médiateurs dans le réseau:

- a) L'augmentation du temps de propagation consécutif à la traversée d'un médiateur (Figure I.1);
- b) L'augmentation du débit utile résultant de la présence du médiateur (Figure I.2).

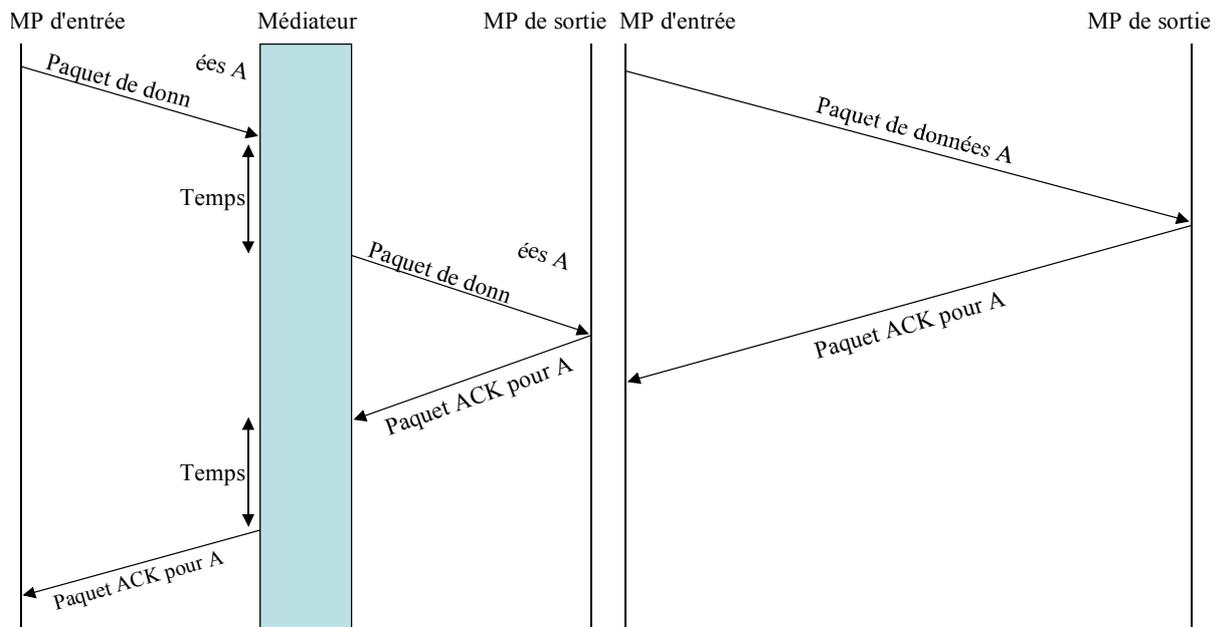
Dans le cas des médiateurs dont il est question en I.1:

- i) les pare-feu à filtrage de paquets font intervenir le facteur a);
- ii) les mandataires d'application font intervenir les facteurs a) et b) ;
- iii) les tables NAT font intervenir le facteur a).

D'autres médiateurs font également intervenir ces deux facteurs.

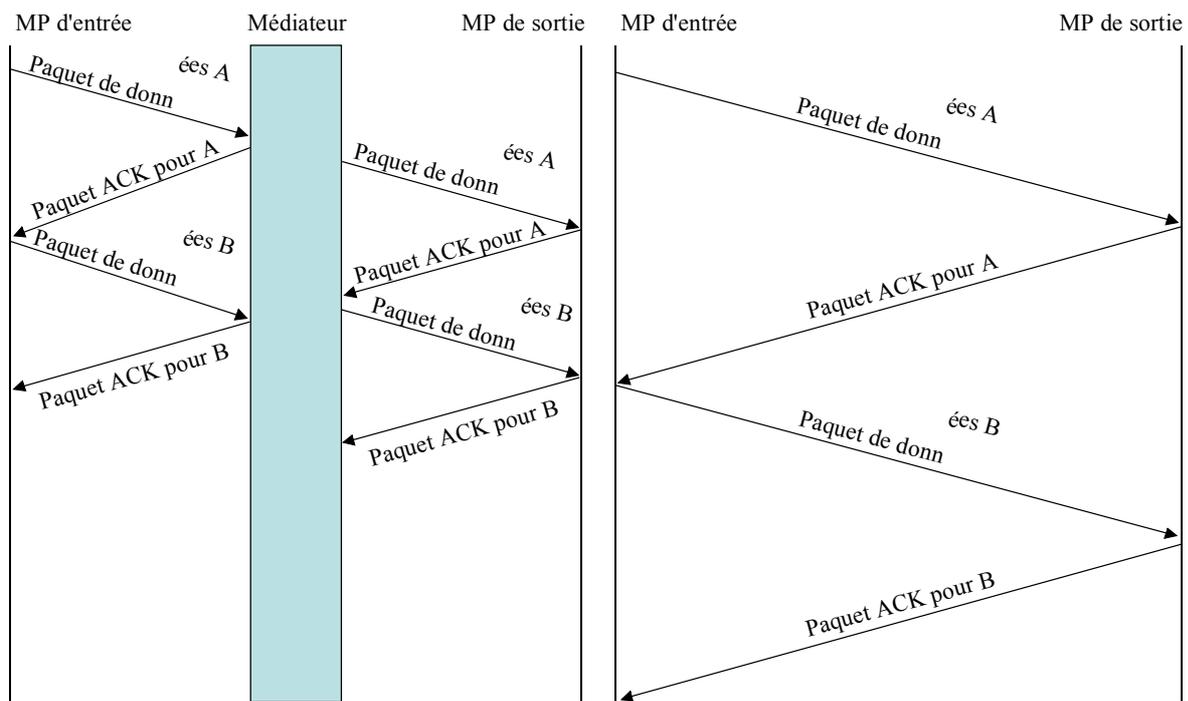
I.3 Références

- [1] RFC 3234 (2002) *Middleboxes: Taxonomy and Issues*.
- [2] RFC 3303 (2002) *Middlebox communication architecture and framework*.
- [3] RFC 3135 (2001) *Performance Enhancing Proxies Intended to Mitigate Link-Related Degradations*.
- [4] WAP, Home Pages, <http://www.wapforum.org/>



Y.1560_FI.1

Figure I.1/Y.1560 – Augmentation du temps de propagation



Y.1560_FI.2

Figure I.2/Y.1560 – Effet du mandataire PEP

Appendice II

Efficacité des médiateurs

On détermine l'efficacité des médiateurs en comparant les effets de leur présence ou de leur absence dans le réseau. C'est pourquoi il importe d'examiner le cas de l'absence de médiateurs, qui est présenté dans la Figure II.1. Il convient de déterminer et d'évaluer les paramètres décrits au § 5 en cas d'absence de médiateur.

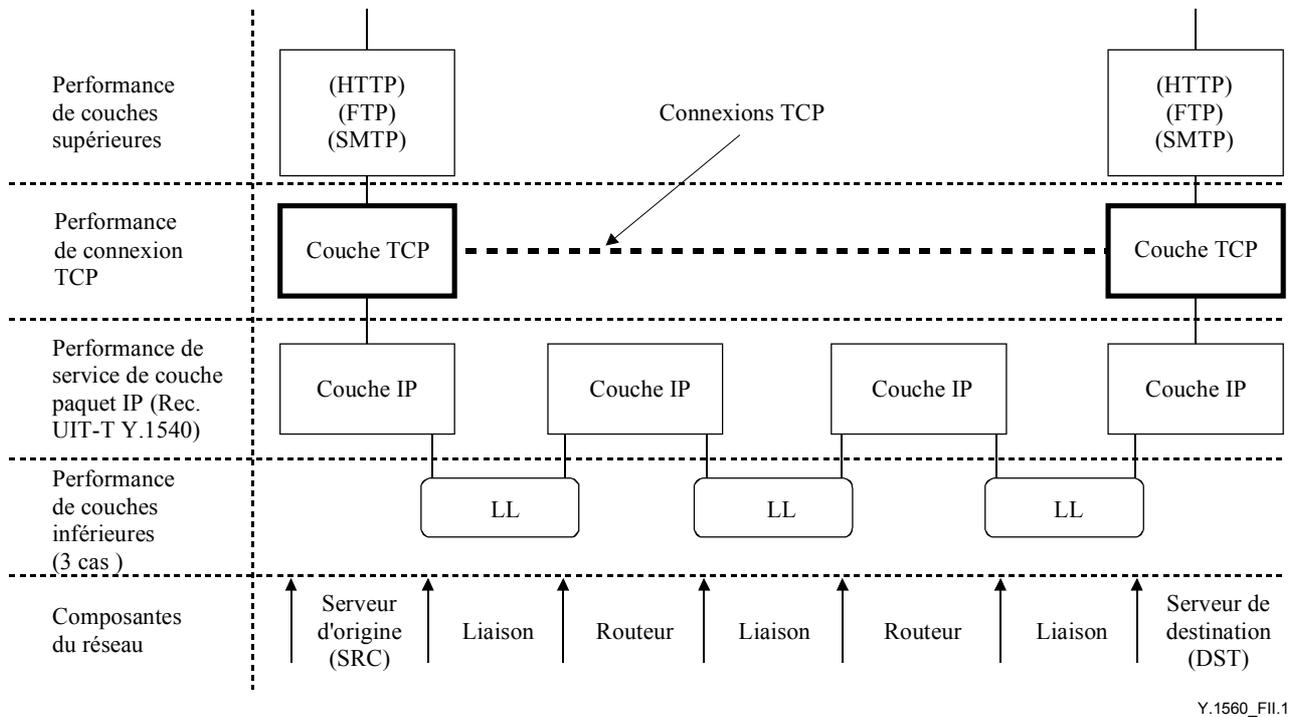


Figure II.1/Y.1560 – Modèle stratifié de comportement des connexions TCP en l'absence de médiateur – Exemple

Appendice III

Considérations relatives au débit

III.1 Considérations relatives à la définition du débit des connexions TCP

Les considérations suivantes sont nécessaires pour définir le débit des connexions TCP.

Version du protocole TCP

Il existe plusieurs versions du protocole TCP et chacune d'elles agit différemment sur la phase de communication de données. Aussi convient-il, pour définir le débit utile TCP, de le faire individuellement pour chaque version. Ces définitions individuelles appellent un complément d'étude.

Caractéristiques particulières au client

Le débit utile TCP dépend des réglages et de la performance de l'équipement du client, mais cette considération sort du cadre de la présente Recommandation.

III.2 Débit de communication de données

On obtient le débit de communication de données en divisant le nombre total d'octets envoyés au cours de la phase de communication de données par la durée qui s'écoule entre le départ du premier paquet et l'arrivée du dernier. Les débits utiles de données sont spécifiés individuellement dans les sens amont et aval. Pour évaluer les variations au cours de la communication de données, il faut aussi connaître les paramètres de performance tels que la communication FTP globale.

III.3 Débit utile de communication globale

On obtient le débit utile de communication globale en divisant le nombre total d'octets envoyés pendant toute la durée de la communication de données par le temps qui s'écoule entre le départ du premier paquet dans la phase d'établissement de la connexion et l'arrivée du dernier paquet dans la phase de libération de la connexion. Les débits sont spécifiés individuellement dans les sens amont et aval. Le débit utile de communication globale est une mesure de la performance de l'ensemble de la connexion, y compris l'établissement de la connexion, la communication de données et la libération de la connexion.

Appendice IV

Bibliographie

RFC 2330 (1998), *Framework for IP Performance Metrics*.

RFC 3148 (2001), *A Framework for Defining Empirical Bulk Transfer Capacity Metrics*.

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, protocole Internet et réseaux de nouvelle génération |
| Série Z | Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication |