



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**Y.1710**

(11/2002)

SÉRIE Y: INFRASTRUCTURE MONDIALE DE  
L'INFORMATION ET PROTOCOLE INTERNET

Aspects relatifs au protocole Internet – Gestion,  
exploitation et maintenance

---

**Prescriptions relatives à la fonctionnalité  
d'exploitation et de maintenance pour les  
réseaux MPLS**

Recommandation UIT-T Y.1710

---

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

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
<b>Gestion, exploitation et maintenance</b>	<b>Y.1700–Y.1799</b>
Taxation	Y.1800–Y.1899

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

## **Recommandation UIT-T Y.1710**

### **Prescriptions relatives à la fonctionnalité d'exploitation et de maintenance pour les réseaux MPLS**

#### **Résumé**

La présente Recommandation indique les objectifs et les prescriptions relatives à la fonctionnalité OAM (exploitation et maintenance) dans le plan utilisateur pour les réseaux à communication multiprotocole avec étiquette (MPLS, *multiprotocol label switched*).

#### **Source**

La Recommandation Y.1710 de l'UIT-T, révisée par la Commission d'études 13 (2001-2004) de l'UIT-T, a été approuvée le 8 novembre 2002 selon la procédure définie dans la Résolution 1 de l'AMNT.

#### **Mots clés**

Dérangement, LSP, MPLS, OAM, panne, performance du réseau, sécurité, SLA.

## 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 2003

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

## TABLE DES MATIÈRES

	<b>Page</b>
1	Domaine d'application ..... 1
2	Références normatives..... 1
3	Définitions ..... 1
4	Symboles et abréviations ..... 1
5	Introduction ..... 2
6	Objectifs des fonctions OAM pour les réseaux à commutation MPLS..... 2
7	Prescriptions pour fonctions OAM de réseau MPLS ..... 4

# Recommandation UIT-T Y.1710

## Prescriptions relatives à la fonctionnalité d'exploitation et de maintenance pour les réseaux MPLS

### 1 Domaine d'application

La présente Recommandation indique les objectifs et les prescriptions relatives à la fonctionnalité d'exploitation et de maintenance (OAM) [1] dans le plan utilisateur pour les réseaux à commutation multiprotocole avec étiquette (MPLS, *multiprotocol label switched*). La fonctionnalité OAM MPLS est conçue de manière à être indépendante des services.

### 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.610 (1999), *Principes et fonctions d'exploitation et de maintenance du RNIS à large bande*.
- [2] Recommandation UIT-T M.20 (1992), *Philosophie de maintenance pour les réseaux de télécommunication*.
- [3] Recommandation UIT-T G.805 (2000), *Architecture fonctionnelle générique des réseaux de transport*.
- [4] IETF RFC 3032 (2001), *MPLS Label Stack Encoding (Codage des piles d'étiquettes de commutation MPLS)*.
- [5] IETF RFC 3031 (2001), *Multiprotocol Label Switching Architecture (Architecture de commutation par étiquettes entre protocoles multiples)*.

### 3 Définitions

La présente Recommandation introduit certains termes d'architecture fonctionnelle qui sont nécessaires afin d'analyser les éléments de réseau associés à la fonctionnalité OAM. Comme il s'agit d'une terminologie qui n'est pas nécessairement connue, les principaux termes sont définis ci-dessous.

**3.1 dérangement:** interruption de la capacité d'une entité de transport (par exemple, d'une connexion réseau) à transférer des informations d'utilisateur ou OAM [2].

**3.2 défaillance:** interruption permanente de la capacité d'une entité de transport à transférer des informations d'utilisateur ou OAM [2]. Une défaillance peut être causée par un dérangement persistant.

### 4 Symboles et abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

ATM        mode de transfert asynchrone (*asynchronous transfer mode*)

DoS	déni de service ( <i>denial of service</i> )
FR	relais de trames ( <i>frame relay</i> )
IP	protocole Internet ( <i>Internet protocol</i> )
LSN	nœud avec commutation par étiquette ( <i>label switching node</i> )
LSP	conduit commuté avec étiquette ( <i>label switched path</i> )
MPLS	commutation multiprotocole avec étiquette ( <i>multiprotocol label switched</i> )
NMS	système de gestion du réseau ( <i>network management system</i> )
OAM	exploitation et maintenance ( <i>operation and maintenance</i> )
OTN	réseau de transport optique ( <i>optical transport network</i> )
SDH	hiérarchie numérique synchrone ( <i>synchronous digital hierarchy</i> )
SLA	accord de niveau de service ( <i>service level agreement</i> )

## 5 Introduction

Les objectifs de la présente Recommandation font suite au besoin exprimé par les opérateurs de réseau d'un traitement des dérangements correct au plan de l'architecture des conduits commutés avec étiquette (LSP, *label switched path*) dans les réseaux MPLS, compte tenu du fait que ces LSP peuvent prendre en charge de nombreux réseaux stratifiés "client" différents (tels que IP, FR et ATM) et peuvent à leur tour être pris en charge par de nombreux réseaux stratifiés "serveur" différents (tels que SDH/SONET et OTN). Les mécanismes OAM du plan utilisateur sont également nécessaires afin de vérifier que les conduits LSP conservent une connexité correcte et peuvent donc acheminer le trafic client moyennant une disponibilité et une performance du réseau mesurables indiquées dans les conventions sur le niveau de service (SLA, *service level agreement*).

NOTE – La mesure de la performance du réseau n'est pas traitée dans la présente Recommandation.

Les prescriptions présentées dans la présente Recommandation sont (entre autres) les suivantes:

- mécanismes permettant de détecter, d'identifier et de localiser efficacement les dérangements survenant dans les réseaux à couche de commutation MPLS;
- mécanismes de notification et de traitement des dérangements tels que la suppression des rafales d'alarmes dans les scénarios de conduits imbriqués;
- spécification des critères permettant de définir la disponibilité (entrée/sortie) des conduits LSP et la relation avec les mesures de performance;
- établissement d'un mécanisme de déclenchement tel qu'une commutation de protection en cas de défaillance.

## 6 Objectifs des fonctions OAM pour les réseaux à commutation MPLS

Il est reconnu que la fonctionnalité OAM est importante pour les réseaux publics afin de faciliter leur exploitation, de vérifier leur performance et de réduire leurs coûts d'exploitation. La fonctionnalité OAM est particulièrement importante pour les réseaux qui sont appelés à atteindre des objectifs de performance du réseau et de disponibilité (et qui sont donc susceptibles de subir les mesurages correspondants).

D'autres objectifs principaux des fonctions OAM pour les réseaux MPLS sont examinés ci-dessous.

- a) Les MPLS introduisent une capacité unique de réseau à couches et certains modes de défaillance pourront donc n'être applicables qu'à des réseaux à couche MPLS. Les mécanismes OAM de technologies non MPLS de couche inférieure (serveuse) ou supérieure (cliente) ne peuvent agir en tant que remplaçants de la fonctionnalité OAM de la

couche MPLS. Cette constatation est également déterminante pour assurer que les technologies de couche réseau puissent se développer de manière indépendante. La capacité d'imbrication de la commutation MPLS (réalisée par codage de piles d'étiquettes [5]) permet de créer de multiples réseaux à couches proprement dits dans le cadre de la technique de commutation MPLS. Il faut noter que la commutation MPLS n'a pas de hiérarchie fixe et qu'en théorie (du moins) la profondeur d'imbrication pourrait être illimitée. Les dérangements dans le plan utilisateur MPLS sont ceux que l'on rencontre au cours du transport du trafic client.

Bien que des fonctions OAM du plan de commande MPLS soient disponibles (mais ce n'est pas toujours le cas), les opérateurs de réseau ne peuvent pas se fonder exclusivement sur le plan de commande pour détecter tous les dérangements du plan utilisateur. Cela peut s'expliquer en partie comme suit:

- le plan d'utilisateur acheminant le trafic client et le plan de commande acheminant les protocoles de signalisation n'ont pas forcément la même route et ne sont en tout cas pas traités de la même manière dans les nœuds ou exposés aux mêmes mécanismes de dérangement. Pour cette raison, le comportement des protocoles de plan de commande ou du plan de commande sur lequel ils sont acheminés ne peut pas être une indication de l'état du plan utilisateur acheminant le trafic client.
- un réseau MPLS peut n'avoir aucune signalisation dans le plan de commande, à savoir lorsque les conduits LSP sont établis statiquement;
- le plan de commande proprement dit peut avoir un dérangement mais celui-ci peut être sans effet sur le plan utilisateur acheminant le trafic client.

Par ailleurs, comme cela est nécessaire pour prendre en charge (ou être pris en charge par des) différentes technologies de couche cliente (et de couche serveuse), il est primordial que les mécanismes des fonctions OAM dans le plan d'utilisateur des réseaux MPLS soient indépendants des protocoles de plan de commande pour permettre à chaque ensemble de protocoles de se comporter de manière indépendante. En effet, on constatera en général que le plan utilisateur acheminant le trafic de plan de commande comme les protocoles de plan de commande proprement dits ont besoin de leurs propres mécanismes OAM indépendants.

L'élément déterminant qu'il convient de retenir des considérations qui précèdent est que les opérateurs veulent une solution unique par la fonctionnalité OAM pour les réseaux MPLS qui est correcte au plan de l'architecture et qui est indépendante du plan de commande dans tous les scénarios de réseau.

- b) Les opérateurs doivent pouvoir déterminer la disponibilité de conduit LSP et la performance du réseau en sachant que les mesures de cette performance n'ont de sens que si le conduit LSP est à l'état disponible. Ces informations peuvent également servir aux fins de la comptabilité et de la facturation afin de s'assurer que des dégradations ou interruptions de service ne sont pas imputées par erreur à des clients.
- c) Réduire les coûts d'exploitation par une détection, un diagnostic et un traitement efficaces des dérangements. L'absence de moyens automatiques de détection et de traitement des dérangements oblige les opérateurs à augmenter leur personnel d'ingénierie et d'appui, ce qui augmente les coûts d'exploitation généraux.
- d) Réduire la durée des dérangements et améliorer ainsi la performance de la disponibilité.
- e) Manifester un engagement afin d'assurer la sécurité/confidentialité du trafic client en faisant en sorte que les éventuels dérangements se traduisant par des erreurs d'acheminement du trafic puissent être détectés/diagnostiqués et prendre les mesures appropriées (comme l'amortissement du trafic, le cas échéant).
- f) Réduire autant que possible le nombre des dérangements qui ne sont pas automatiquement détectés tant que le client ne les a pas signalés. Les actions de maintenance proactive de

cette nature contribuent aussi à diminuer le coût d'exploitation en limitant autant que possible les risques de diagnostic incorrect tout en augmentant (comme l'action précédente) la confiance qu'a le client dans l'opérateur.

- g) Permettre de faire la différence entre les dérangements provenant de couches inférieures et ceux provenant du conduit LSP sous un angle permettant des actions de commutation de protection plus réfléchies.

## **7 Prescriptions pour fonctions OAM de réseau MPLS**

Les conditions suivantes doivent être satisfaites par les fonctions OAM pour les réseaux MPLS:

- a) vérification de conduits LSP cibles, aussi bien à la demande qu'en connexité permanente, afin de confirmer que les LSP surveillés ne sont pas affectés de dérangements;
- b) si un dérangement se produit, il est nécessaire de le détecter, de le diagnostiquer, de le localiser, de le signaler au système NMS et de le corriger en fonction de sa nature. Cela a pour principal objectif de réduire autant que possible le coût d'exploitation en réduisant au maximum les interruptions de service, les durées de réparation opérationnelle et les ressources d'exploitation. Dans certains cas, les interruptions de service peuvent être minimisées par la fourniture au réseau d'informations suffisantes pour la prise d'actions correctives éliminant le dérangement; par exemple, au moyen d'une commutation de protection ou d'un rétablissement;
- c) les outils OAM fournis devraient garantir (dans la mesure de ce qui est raisonnablement possible) que les clients n'auront pas à jouer le rôle de détecteurs de dérangement pour le compte de l'opérateur. A cet effet, les dérangements doivent être détectés et notifiés automatiquement;
- d) au moins les dérangements suivants doivent être détectés automatiquement, au moyen de critères d'entrée/sortie clairement définis et d'actions appropriées:
  - simple perte de connexité de conduit LSP depuis le bas ou de la structure de la commutation MPLS (en raison d'une défaillance de couche serveuse ou de couche MPLS);
  - permutation de chemins de conduit LSP;
  - réplication LSP non intentionnelle du trafic d'un conduit LSP dans celui d'un autre (le trafic du conduit LSP fautif étant ou n'étant pas touché);
  - réplication non intentionnelle (par exemple bouclage ou intervention du DoS).
- e) un événement de dérangement dans une couche donnée du réseau ne devrait pas provoquer l'apparition d'événements d'alarme multiples ni la prise inutile d'actions correctives dans les réseaux stratifiés "client" de niveau supérieur. Cela s'applique à tous les types de réseau stratifiés "client" qu'un conduit LSP MPLS est censé acheminer. Il faut absolument qu'il n'y ait jamais le moindre effet sur les couches de niveau inférieur à celle dans laquelle se produit le dérangement;
- f) les fonctions OAM devraient être simples et aisément configurables (de préférence automatiquement) afin de permettre des changements d'échelle suffisants dans les réseaux à grande échelle;
- g) l'utilisation des fonctions OAM de réseau MPLS devrait être facultative pour l'opérateur. Les opérateurs de réseau doivent pouvoir choisir les fonctions OAM à utiliser et les conduits LSP auxquels ils les appliquent;
- h) les fonctions OAM de réseau MPLS devraient être rétrocompatibles. Les nœuds avec commutation par étiquette (LSN) qui ne prennent pas en charge ces fonctions devraient ignorer sans notification les paquets OAM sans perturber le trafic utilisateur ni provoquer des actions inutiles [5].

- i) il conviendrait d'avoir une capacité pour mesurer la disponibilité et la performance d'un conduit LSP. Etant donné que les mesures des performances du réseau n'ont de sens que si le conduit LSP est à l'état disponible, il convient de spécifier l'entrée/sortie de l'état disponible suivant et toutes les actions ultérieures appropriées (telles que le départ/arrêt du regroupement des mesures de performance du réseau);
- j) la fonctionnalité OAM d'un réseau à couche MPLS ne devrait pas dépendre d'une technique spécifique de réseau à couche serveur ou cliente. Cela est essentiel au plan de l'architecture afin de garantir que les réseaux à couches peuvent évoluer (ou que de nouveaux/d'anciens réseaux à couches peuvent être ajoutés/supprimés) sans incidence sur d'autres réseaux à couches;
- k) la fonctionnalité OAM du plan d'utilisateur d'une couche MPLS devrait être suffisamment indépendante de tout plan de commande spécifique de telle manière que les changements dans ce plan n'imposent pas de changements de l'OAM du plan d'utilisateur (y compris en cas d'absence de plan de commande). Comme la prescription précédente, ceci est aussi essentiel au plan de l'architecture pour garantir que les protocoles de plan d'utilisateur et de plan de commande puissent se développer (ou que d'autres protocoles de plans de commande anciens ou nouveaux puissent être supprimés ou rajoutés) sans avoir d'effet les uns sur les autres;
- l) l'évaluation du statut de connexité ne devrait pas dépendre du comportement dynamique du trafic client;
- m) la fonction OAM devrait fonctionner de manière fiable même en conditions de liaison dégradée (par exemple, erreurs sur les événements). Cela implique des mécanismes de correction ou de détection d'erreur sur les bits pour les paquets OAM.

## 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
<b>Série Y</b>	<b>Infrastructure mondiale de l'information et protocole Internet</b>
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systèmes de télécommunication