

UIT-T

G.8131/Y.1382

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

(02/2007)

SÉRIE G: SYSTÈMES ET SUPPORTS DE
TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX
NUMÉRIQUES

Aspects relatifs aux protocoles en mode paquet sur
couche Transport – Aspects relatifs au protocole MPLS
sur couche Transport

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

Aspects relatifs au protocole Internet – Transport

**Commutation de protection linéaire pour les
réseaux MPLS de transport (T-MPLS)**

Recommandation UIT-T G.8131/Y.1382

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE G
SYSTÈMES ET SUPPORTS DE TRANSMISSION, SYSTÈMES ET RÉSEAUX NUMÉRIQUES

CONNEXIONS ET CIRCUITS TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX	G.100–G.199
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES COMMUNES À TOUS LES SYSTÈMES ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	G.200–G.299
CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX À COURANTS PORTEURS SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.300–G.399
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DES SYSTÈMES TÉLÉPHONIQUES INTERNATIONAUX HERTZIENS OU À SATELLITES ET INTERCONNEXION AVEC LES SYSTÈMES SUR LIGNES MÉTALLIQUES	G.400–G.449
COORDINATION DE LA RADIOTÉLÉPHONIE ET DE LA TÉLÉPHONIE SUR LIGNES	G.450–G.499
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION ET DES SYSTÈMES OPTIQUES	G.600–G.699
EQUIPEMENTS TERMINAUX NUMÉRIQUES	G.700–G.799
RÉSEAUX NUMÉRIQUES	G.800–G.899
SECTIONS NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES	G.900–G.999
QUALITÉ DE SERVICE ET DE TRANSMISSION – ASPECTS GÉNÉRIQUES ET ASPECTS LIÉS À L'UTILISATEUR	G.1000–G.1999
CARACTÉRISTIQUES DES SUPPORTS DE TRANSMISSION	G.6000–G.6999
DONNÉES SUR COUCHE TRANSPORT – ASPECTS GÉNÉRIQUES	G.7000–G.7999
ASPECTS RELATIFS AUX PROTOCOLES EN MODE PAQUET SUR COUCHE TRANSPORT	G.8000–G.8999
Aspects relatifs au protocole Ethernet sur couche Transport	G.8000–G.8099
Aspects relatifs au protocole MPLS sur couche Transport	G.8100–G.8199
Objectifs de qualité et de disponibilité	G.8200–G.8299
Gestion des services	G.8600–G.8699
RÉSEAUX D'ACCÈS	G.9000–G.9999

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

Recommandation UIT-T G.8131/Y.1382

Commutation de protection linéaire pour les réseaux MPLS de transport (T-MPLS)

Résumé

La Recommandation UIT-T G.8131/Y.1382 donne les spécifications et les mécanismes applicables à la commutation de protection de connexion de sous-réseau (SNC) et de chemin de bout en bout en ce qui concerne les réseaux MPLS de transport (T-MPLS). Elle décrit les types d'architecture de protection de chemin et de protection de connexion SNC, les types de commutation uni et bidirectionnelle, les types de fonctionnement réversible ou irréversible. Elle définit le protocole de commutation automatique de protection (APS, *automatic protection switching*) utilisé pour aligner les deux extrémités du domaine protégé.

Source

La Recommandation UIT-T G.8131/Y.1382 a été approuvée le 6 février 2007 par la Commission d'études 15 (2005-2008) de l'UIT-T selon la procédure définie dans la Recommandation UIT-T A.8.

Mots clés

Dérivation, extracteur, protection de chemin, protection de connexion de sous-réseau (SNC), protocole APS, réseau T-MPLS.

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 développeurs de consulter la base de données des brevets du TSB sous <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2008

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 et acronymes 3
5	Conventions 3
6	Objectifs de réseau..... 3
7	Types d'architecture 5
7.1	Protection de chemin T-MPLS 5
7.2	Protection de connexion SNC T-MPLS 5
8	Types de commutation..... 6
8.1	Commutation de type unidirectionnel 6
8.2	Commutation de type bidirectionnel 6
9	Types de fonctionnement..... 6
9.1	Fonctionnement irréversible..... 6
9.2	Fonctionnement réversible 6
10	Protocole de commutation automatique de protection (APS) 6
10.1	Structure de la charge utile APS..... 6
10.2	Type de protocole APS..... 8
11	Architectures d'application 8
11.1	Communication de protection de chemin 1+1 unidirectionnelle 8
11.2	Commutation de protection de chemin 1:1 bidirectionnelle 9
11.3	Commutation de protection de connexion SNC/S 1+1 unidirectionnelle 11
11.4	Commutation de protection de connexion SNC/S 1:1 bidirectionnelle 11
12	Mécanisme de déclenchement de la commutation de protection 12
12.1	Commande manuelle 12
12.2	Conditions de déclaration du signal de panne 12
13	Critères de déclenchement de la commutation APS..... 13
13.1	Commandes à déclenchement externe..... 13
13.2	Etats 14
14	Aspects relatifs à la sécurité 14
Appendice I – Types d'extracteur 15	
I.1	Extracteur divergent 15
I.2	Extracteur convergent..... 15
Bibliographie..... 16	

Introduction

La présente Recommandation spécifie les mécanismes de commutation de protection linéaire à appliquer aux réseaux de couche T-MPLS, tels qu'ils sont décrits dans la Rec. UIT-T G.8110.1/Y.1370.1. La commutation de protection est une capacité d'autorétablissement entièrement déterministe dans le sens où le trajet et la largeur de bande de l'entité de protection sont réservés pour une entité de travail déterminée. Elle fournit une capacité d'autorétablissement rapide et simple. Il est plus facile pour l'opérateur du réseau de saisir l'état du réseau (par exemple topologie de réseau active) avec une commutation de protection qu'avec d'autres capacités d'autorétablissement.

La présente Recommandation définit l'architecture 1+1 et l'architecture 1:1. La première fonctionne avec une commutation unidirectionnelle et la seconde avec une commutation bidirectionnelle.

Dans une architecture de type 1+1, une entité de transport de protection est affectée à chaque entité de transport en service. Le signal de trafic normal est dupliqué et introduit à la fois dans l'entité de transport en service et l'entité de transport de protection avec une dérivation permanente à l'extrémité source du domaine protégé. Le trafic acheminé par l'entité de transport en service et celui acheminé par l'entité de transport de protection sont transmis simultanément à l'extrémité collectrice du domaine protégé où s'opère une sélection entre l'entité de transport en service et l'entité de transport de protection sur la base de critères prédéterminés, par exemple une indication de dérangement du serveur.

Dans une architecture de type 1:1, l'entité de transport de protection est affectée à l'entité de transport en service. Toutefois, le signal de trafic normal est acheminé via l'entité de transport de service ou l'entité de transport de protection à l'aide d'une dérivation sélective à l'extrémité source du domaine protégé. L'extracteur à l'extrémité collectrice du domaine protégé sélectionne l'entité qui achemine le trafic normal. Etant donné que l'extrémité source et l'extrémité collectrice doivent être coordonnées pour que la dérivation sélective à l'extrémité source et l'extracteur à l'extrémité collectrice sélectionnent la même entité, un protocole APS est nécessaire.

Recommandation UIT-T G.8131/Y.1382

Commutation de protection linéaire pour les réseaux MPLS de transport (T-MPLS)

1 Domaine d'application

La présente Recommandation fournit l'architecture et les mécanismes à utiliser pour la commutation de protection de connexion SNC/S et la commutation de protection de chemin dans le cas de réseaux MPLS de transport (T-MPLS).

Le protocole APS, l'architecture de protection de chemin 1+1 et 1:1 ainsi que l'architecture de protection de connexion SNC/S sont définis dans la présente version. D'autres types d'architecture de protection nécessitent un complément d'étude.

La présente Recommandation décrit la fonction de commutation de protection pour les connexions point à point.

La commutation de protection transparente n'entre pas dans le cadre de la présente Recommandation.

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.

[UIT-T G.805] Recommandation UIT-T G.805 (2000), *Architecture fonctionnelle générique des réseaux de transport*.

[UIT-T G.808.1] Recommandation UIT-T G.808.1 (2006), *Commutation de protection générique – Protection linéaire des chemins et des sous-réseaux*.

[UIT-T G.841] Recommandation UIT-T G.841 (1998), *Types et caractéristiques des architectures de protection des réseaux à hiérarchie numérique synchrone*.

3 Définitions

La présente Recommandation utilise les termes suivants définis dans la Rec. UIT-T G.780/Y.1351:

3.1 commutation de protection bidirectionnelle

3.2 commutation de protection unidirectionnelle: la présente Recommandation utilise les termes suivants définis dans [UIT-T G.805]:

3.3 signal de dégradation (SD, *signal degrade*)

3.4 signal de panne (SF, *signal fail*)

3.5 chemin: la présente Recommandation utilise les termes suivants définis dans la Rec. UIT-T G.806:

3.6 dérangement

3.7 panne

La présente Recommandation utilise les termes suivants définis dans la Recommandation UIT-T G.870/Y.1352:

3.8 protocole APS

3.8.1 à 1 phase

3.8.1 à 2 phases

3.9 Classe de protection

3.9.1 protection individuelle

3.9.2 protection de groupe

3.9.3 protection de chemin

3.10 Commutation

3.10.1 commutation forcée

3.10.2 commutation manuelle

3.11 Composants

3.11.1 domaine protégé

3.11.2 dérivation

3.11.2.1 dérivation permanente

3.11.2.2 dérivation sélective

3.11.3 extracteur

3.11.3.1 extracteur divergent

3.11.3.2 extracteur convergent

3.11.4 nœud collecteur

3.11.5 nœud source

3.12 Architecture

3.12.1 architecture de protection 1+1

3.12.2 architecture de protection 1:n

3.12.3 architecture de protection (1:1)ⁿ

3.12.4 commutation de protection irréversible

3.12.5 commutation de protection réversible

3.13 Signal

3.13.1 signal de trafic

3.13.2 signal de trafic normal

3.13.3 signal de trafic non protégé

3.13.4 signal vide

3.14 temporisateurs

3.14.1 temps d'attente

3.14.2 temps d'attente de rétablissement

- 3.15 entités de transport**
- 3.15.1 entité de transport de protection**
- 3.15.2 entité de transport en service**

4 Abréviations et acronymes

La présente Recommandation utilise les abréviations et acronymes suivants:

APS	commutation automatique de protection (<i>automatic protection switching</i>)
DNR	maintien (<i>do not revert</i>)
EXER	essai préalable (<i>exercise</i>)
FDI	identification de dérangement vers l'avant (<i>forward defect indication</i>)
FS	commutation forcée (<i>forced switch</i>)
LP	verrouillage du mécanisme de protection (<i>lockout of protection</i>)
MPLS	commutation multiprotocolaire par étiquetage (<i>multiprotocol label switching</i>)
MS	commutation manuelle (<i>manual switch</i>)
NR	absence de requête (<i>no request</i>)
OAM	gestion, exploitation et maintenance (<i>operation, administration and maintenance</i>)
PS	commutation de protection (<i>protection switching</i>)
RR	demande d'inversion (<i>reverse request</i>)
SD	signal de dégradation (<i>signal degrade</i>)
SDH	hiérarchie numérique synchrone (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
SF	signal de panne (<i>signal fail</i>)
SF-P	signal de panne pour la protection (<i>signal fail for protection</i>)
T-MPLS	commutation MPLS de transport (<i>transport MPLS</i>)
TTSI	identificateur de source de chemin (<i>trail termination source identifier</i>)
WTR	période d'attente de rétablissement (<i>wait to restore</i>)

5 Conventions

Aucune.

6 Objectifs de réseau

Les objectifs de réseau suivants s'appliquent:

- 1) *Temps de commutation* – L'algorithme APS pour la protection de chemin et la protection de connexion SNC devrait fonctionner le plus rapidement possible. Une valeur de 50 ms a été proposée comme objectif. Le temps de commutation exclut le temps de détection nécessaire pour déclencher la commutation de protection ainsi que le temps d'attente.
- 2) *Délai de transmission* – Le délai de transmission dépend de la longueur physique du chemin et des fonctions de traitement sur ce chemin. La valeur maximale du délai de transmission pour une structure protégée spécialisée nécessite un complément d'étude. Des limites pourront être imposées au délai de transmission s'il est nécessaire de respecter un objectif de temps pour une commutation de protection bidirectionnelle. La commutation de

protection 1+1 unidirectionnelle ne nécessite pas la transmission d'une signalisation APS, ce qui fait qu'il n'y a pas de délai de transmission lié à la signalisation.

- 3) *Temps d'attente* – Les temps d'attente sont utiles en cas d'interfonctionnement de plusieurs schémas de protection. L'objectif visé est que ces temps puissent être déterminés chemin protégé par chemin protégé ou connexion de sous-réseau par connexion de sous-réseau. Un temporisateur d'attente est déclenché lorsqu'une condition de dérangement est déclarée et se poursuit pendant un laps de temps fixe dont la durée peut être définie entre 0 et 10 s par incréments de 100 ms. Lorsque le temporisateur expire, la commutation de protection est déclenchée si le dérangement est toujours présent à ce moment. Il convient de noter qu'une condition de dérangement ne doit pas nécessairement être présente pendant toute la durée du temps d'attente; seul l'état au moment de l'expiration du temporisateur d'attente est significatif. Il n'est pas nécessaire non plus que le dérangement qui a déclenché le temporisateur soit du même type que celui qui est présent au moment de l'expiration de la période d'attente.
- 4) *Etendue de la protection* – La protection de chemin et la protection de connexion de sous-réseau devraient permettre de rétablir tout le trafic qui a été interrompu à la suite d'une défaillance sur une connexion qui a été désignée comme faisant partie d'un schéma de protection de chemin ou d'un schéma de protection de sous-connexion de réseau. Le trafic qui aboutit à un nœud défaillant peut être perturbé mais le trafic transitant par d'autres nœuds peut continuer d'être acheminé par commutation sur le chemin ou la connexion de sous-réseau de protection.
- 5) *Types de commutation* – La protection de chemin et la protection de connexion de sous-réseau 1+1 devraient être compatibles avec une commutation unidirectionnelle. La protection de chemin et la protection de sous-connexion de réseau 1:1 devraient être compatibles avec la commutation de protection bidirectionnelle.
- 6) *Protocole et algorithme APS* – Le protocole APS de protection de chemin et le protocole APS de protection de connexion de sous-réseau devraient être identiques pour toutes les applications de réseau. Le protocole APS n'est nécessaire que pour la commutation bidirectionnelle.
- 7) *Modes de fonctionnement* – La commutation de protection unidirectionnelle 1+1 devrait prendre en charge le fonctionnement réversible, le fonctionnement irréversible ou les deux. La commutation de protection bidirectionnelle 1:1 devrait être réversible.
- 8) *Commande manuelle* – Des commandes à déclenchement externe peuvent être fournies pour la commande manuelle de la commutation de protection effectuée par le système d'exploitation ou par un exploitant. Les commandes à déclenchement externe suivantes devraient être assurées: annulation, verrouillage de la protection, commutation forcée, commutation manuelle, signal d'essai préalable.
- 9) *Critères de déclenchement de la commutation* – Les critères de déclenchement de la commutation pour la protection de chemin devraient être identiques à ceux définis pour la protection de connexion SNC/S correspondante. Les commandes à déclenchement automatique suivantes devraient être assurées. Signal de panne – entité en service, signal de panne – entité de protection, signal de dégradation – entité en service, signal de dégradation – entité de protection, demande d'inversion, attente de rétablissement, absence de requête. Les critères d'indication d'un signal de panne (SF) et/ou d'un signal de dégradation (SD) devraient être conformes aux définitions utilisées dans la Rec. UIT-T G.8121/Y.1381.

7 Types d'architecture

La commutation de protection est un mécanisme de protection entièrement déterministe qui peut être utilisé dans n'importe quelle topologie de réseau. Il est entièrement déterministe dans le sens où le trajet et la largeur de bande de la connexion de protection sont réservées pour une connexion en service déterminée. Toutefois, pour être efficace dans tous les cas possibles de défaillance de la connexion en service, la connexion de protection doit être censée appliquer une séparation physique complète dans tous les modes de défaillance courants. Outre qu'elle ne pourra pas toujours être appliquée, une telle séparation peut astreindre la connexion en service à ne pas suivre son itinéraire le plus court.

L'architecture de la commutation de protection T-MPLS peut être une protection de chemin ou une protection de connexion SNC/S, voir [UIT-T G.808.1]. D'autres types d'architecture feront l'objet d'un complément d'étude.

7.1 Protection de chemin T-MPLS

Cet type de protection est utilisé pour protéger une connexion T-MPLS. Il s'agit d'une architecture de protection de bout en bout spécialisée qui peut être utilisée dans différentes structures de réseau (réseaux maillés, réseaux en étoile, etc.).

7.1.1 Protection de chemin 1+1

Dans une architecture de type 1+1, une connexion de protection est affectée à chaque connexion en service, cette dernière étant dérivée sur la connexion de protection à la source du domaine de protection. Le trafic acheminé par la connexion en service et celui acheminé par la connexion de protection sont transmis simultanément à l'extrémité collectrice du domaine de protection où s'opère une sélection entre la connexion en service et la connexion de protection, sur la base de critères prédéterminés, par exemple une indication de dérangement.

NOTE – Pour éviter qu'il y ait un seul point de défaillance, la connexion en service et la connexion de protection devraient emprunter des trajets distincts.

7.1.2 Protection de chemin 1:1

Dans une architecture type 1:1, une connexion de protection est affectée à chaque connexion en service. Le trafic protégé ou le trafic actif est transmis par une connexion en service ou par une connexion de protection. Le choix de l'une ou de l'autre est fonction du mécanisme de protection utilisé.

NOTE – Pour éviter qu'il y ait un seul point de défaillance, la connexion en service et la connexion de protection devraient emprunter des trajets distincts.

7.2 Protection de connexion SNC T-MPLS

La protection de connexion de sous-réseau T-MPLS sert à protéger un tronçon d'une connexion (par exemple, celui où deux routes distinctes sont disponibles) dans le réseau d'un opérateur ou dans les réseaux de plusieurs opérateurs. Il existe deux connexions de sous-réseau indépendantes, qui jouent le rôle d'entité de transport en service et d'entité de transport de protection pour le signal de trafic normal (protégé).

7.2.1 Protection de connexion SNC/S

Les fonctions de terminaison de chemin de sous-couche T-MPLS (fonctions de terminaison d'une connexion en cascade) produisent/insèrent et surveillent/extraient les informations OAM T-MPLS afin de déterminer l'état des chemins de sous-couche T-MPLS en service et de protection. Voir également [b-UIT-T G.8110.1 Amd.1]. Les informations de commutation APS sont acheminées sur la sous-connexion de réseau de protection sauf dans le cas de la commutation unidirectionnelle 1+1 qui n'accepte pas la commutation APS.

8 Types de commutation

La commutation de protection peut être de type unidirectionnel ou de type bidirectionnel.

8.1 Commutation de type unidirectionnel

Dans une commutation unidirectionnelle, seul le sens affecté de la connexion bascule en mode protection, les extracteurs à chaque extrémité étant indépendants. Ce type de commutation concerne la protection de chemin T-MPLS et la protection de connexion SNC/S 1+1.

8.2 Commutation de type bidirectionnel

Dans une commutation bidirectionnelle, les deux sens de la connexion, le sens affecté et le sens non affecté, basculent en mode protection. En commutation bidirectionnelle, le protocole de commutation automatique de protection (APS) est nécessaire pour coordonner les deux extrémités. Ce type de commutation concerne la protection de chemin T-MPLS et la protection de connexion SNC/S 1:1.

9 Types de fonctionnement

Le fonctionnement de protection peut être de type irréversible ou de type réversible.

9.1 Fonctionnement irréversible

Dans ce mode, le service ne revient pas sur la connexion en service si les requêtes de commutation sont terminées.

En mode de fonctionnement irréversible, lorsque la connexion défaillante ne se trouve plus dans une situation SF (signal de panne) ou SD (signal de dégradation) et qu'il n'y a pas d'autre commande à déclenchement externe, on passe à l'état "absence de requête". Pendant cet état, il n'y a pas de commutation.

9.2 Fonctionnement réversible

Dans ce mode, le service revient toujours sur la connexion en service (ou y reste) si les requêtes de transmission sont terminées.

En mode de fonctionnement réversible, lorsque le trafic actif est transmis via la connexion de protection, une fois que la connexion en service est rétablie et que les demandes de commutation de protection locale précédemment actives sont devenues inactives, on passe à l'état local "attente de rétablissement". Normalement, la temporisation associée à cet état expire et devient un état "absence de requête" après expiration de la temporisation d'attente de rétablissement. Ensuite on revient à la connexion en service. Le temporisateur "attente de rétablissement" est désactivé plus tôt si une demande locale de priorité plus élevée préempte cet état.

10 Protocole de commutation automatique de protection (APS)

Sauf dans le cas d'une commutation unidirectionnelle 1+1, on utilise un signal APS pour synchroniser les actions aux extrémités A et Z du domaine protégé. Les actions sont les suivantes: type de demande/d'état, signal demandé, signal dérivé, configuration de protection.

10.1 Structure de la charge utile APS

La structure de la charge utile APS (voir le Tableau 10-1) dans une trame OAM T-MPLS nécessite un complément d'étude.

Tableau 10-1 – Structure de la charge utile des octets APS

1				2				3				4											
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8
Demande/état				Type de protection				Signal demandé				Signal dérivé				Réservé							
				A	B	D	R																

Les valeurs des champs pour les octets APS sont définies dans le Tableau 10-2.

Tableau 10-2 – Valeurs des champs des canaux APS

Champ	Valeur	Description	
Demande/état	1111	Verrouillage de la protection (LP)	
	1110	Signal de panne pour la protection (SF-P)	
	1101	Commutation forcée (FS)	
	1100	Signal de panne (SF)	
	1010	Signal de dégradation (SD)	
	1000	Commutation manuelle (MS)	
	0110	Attente de rétablissement (WTR)	
	0100	Signal d'essai préalable (EXER)	
	0010	Demande d'inversion (RR)	
	0001	Maintien (DNR)	
	0000	Absence de requête (NR)	
	Autres	Réservés en vue d'une normalisation internationale future	
Type de protection	A	0	Pas de canal APS
		1	Canal APS
	B	0	1+1 (dérivation permanente)
		1	(1:1) ⁿ (dérivation sélective (n ≥ 1))
	D	0	Commutation unidirectionnelle
		1	Commutation bidirectionnelle
	R	0	Fonctionnement irréversible
		1	Fonctionnement réversible
Signal demandé	0	Signal vide	
	1-254	Signal de trafic normal 1-254	
	255	Signal de trafic non protégé	
Signal dérivé	0	Signal vide	
	1-254	Signal de trafic normal 1-254	
	255	Signal de trafic non protégé	

10.2 Type de protocole APS

Le protocole APS doit respecter deux exigences fondamentales:

- 1) prévenir les erreurs de connexion;
- 2) minimiser le nombre de cycles de communication entre les extrémités A et Z du domaine protégé afin de réduire au minimum la durée de la commutation de protection. La communication peut avoir lieu une seule fois ($Z \rightarrow A$), deux fois ($Z \rightarrow A$ et $A \rightarrow Z$), ou trois fois ($Z \rightarrow A$, $A \rightarrow Z$ et $Z \rightarrow A$), ce qui correspond au protocole à 1 phase, au protocole à 2 phases et au protocole à 3 phases.

Pour conserver un équilibre entre le fait d'économiser le temps de fonctionnement, le fait de réduire la complexité du protocole et le fait de faciliter l'application, les types de protocole suggérés pour différentes architectures de protection proposées sont indiqués dans le Tableau 10-3.

Tableau 10-3 – Types de protocole associés aux architectures de protection

Type de protocole	Architecture de protection
Aucun protocole	unidirectionnelle 1+1
Protocole APS à 1 phase	$(1:1)^n$ bidirectionnelle ($n \geq 1$)

Les modalités détaillées du protocole APS à 1 phase nécessitent un complément d'étude.

11 Architectures d'application

11.1 Communication de protection de chemin 1+1 unidirectionnelle

L'architecture de commutation de protection de chemin 1+1 est illustrée sur la Figure 11-1. En cas d'utilisation de la commutation de protection unidirectionnelle décrite ici, la commutation de protection est mise en œuvre par l'extracteur à l'extrémité collectrice du domaine de protection, sur la base d'informations purement locales (c'est-à-dire situées dans l'extrémité collectrice de protection). Le trafic actif (protégé) est dérivé en permanence sur la connexion en service et la connexion de protection, au niveau de la source du domaine de protection. Si des paquets de vérification de la connectivité sont utilisés pour détecter des dérangements de la connexion en service et de la connexion de protection, ces paquets sont insérés dans la source du domaine de protection de chacune de ces connexions puis détectés et extraits au niveau de l'extrémité collectrice du domaine de protection. Il convient de noter que ces paquets doivent être envoyés, que la connexion soit sélectionnée ou non par l'extracteur.

La protection de chemin 1+1 unidirectionnelle peut être de type réversible ou non réversible.

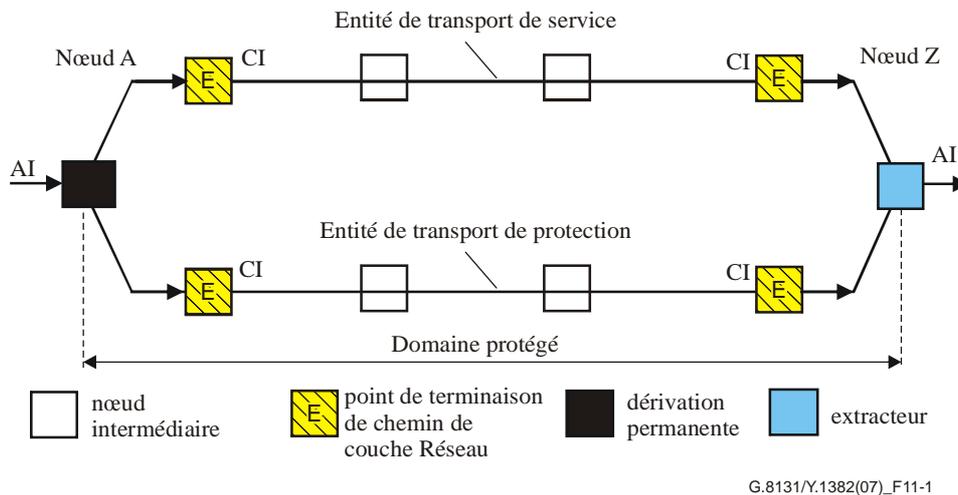


Figure 11-1 – Architecture de la commutation de protection de chemin 1+1 unidirectionnelle

Par exemple, si un dérangement unidirectionnel (dans le sens de transmission du nœud A vers le nœud Z) se produit sur la connexion en service (Figure 11-2), ce dérangement sera détecté au niveau de l'extrémité collectrice du domaine de protection, au nœud Z, et l'extracteur au nœud Z déclenchera la commutation sur la connexion de protection.

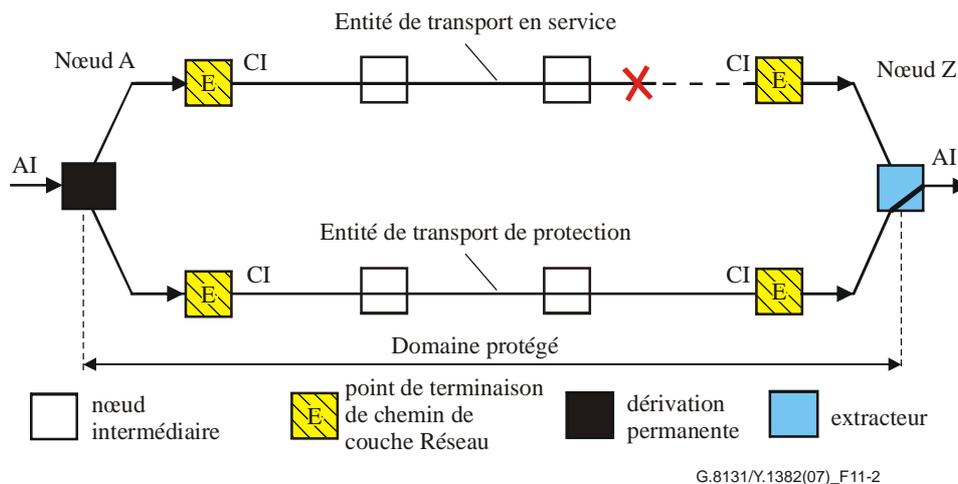


Figure 11-2 – Commutation de protection de chemin 1+1 unidirectionnelle, défaillance de la connexion en service

11.2 Commutation de protection de chemin 1:1 bidirectionnelle

L'architecture de commutation de protection 1:1 est illustrée sur la Figure 11-3. En cas d'utilisation de la commutation de protection bidirectionnelle décrite ici, la commutation de protection est mise en œuvre à la fois par la dérivation sélective à l'extrémité source et par l'extracteur à l'extrémité collectrice du domaine de protection sur la base d'informations locales ou provenant d'une extrémité proche ainsi que d'informations relatives au protocole APS en provenance de l'autre extrémité ou d'une extrémité distante.

Si des paquets de vérification de la connectivité sont utilisés pour détecter des dérangements de la connexion en service et de la connexion de protection, ces paquets sont insérés à l'extrémité source

de chacune de ces deux connexions. Il convient de noter que ces paquets doivent être envoyés, que la connexion soit sélectionnée ou non par l'extracteur.

La protection de chemin 1:1 bidirectionnelle devrait être de type réversible.

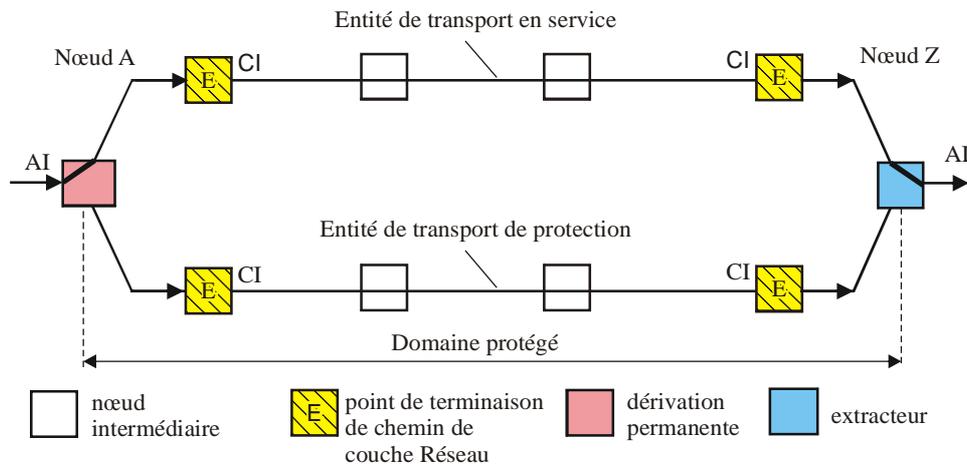


Figure 11-3 – Architecture de la commutation de protection de chemin 1:1 bidirectionnelle, représentation unidirectionnelle

Par exemple, si un dérangement dans le sens de transmission du nœud Z vers le nœud A se produit sur la connexion en service Z vers A, (Figure 11-4), ce dérangement sera détecté au niveau du nœud A. Le protocole APS déclenche la commutation de protection, et un protocole APS à 1 phase est utilisé. Le protocole est le suivant:

- le nœud A détecte le dérangement;
- la dérivation sélective au niveau du nœud A est commutée sur la connexion de protection A vers Z (c'est-à-dire dans le sens A vers Z le trafic actif est envoyé à la fois sur la connexion en service A vers Z et sur la connexion de protection A vers Z) et l'extracteur convergent au nœud A bascule sur la connexion de protection Z vers A;
- la commande APS envoyée du nœud A au nœud Z demande une commutation de protection;
- après validation par le nœud Z de la priorité de la demande de commutation de protection, l'extracteur convergent au niveau du nœud Z bascule sur la connexion de protection A vers Z et la dérivation sélective au niveau du nœud Z bascule sur la connexion de protection Z vers A (c'est-à-dire dans le sens Z vers A le trafic actif est envoyé à la fois sur la connexion en service Z vers A et sur la connexion de protection Z vers A);
- ensuite la commande APS envoyée du nœud Z au nœud A sert à informer le nœud A de la commutation;
- enfin le trafic s'écoule sur la connexion de protection.

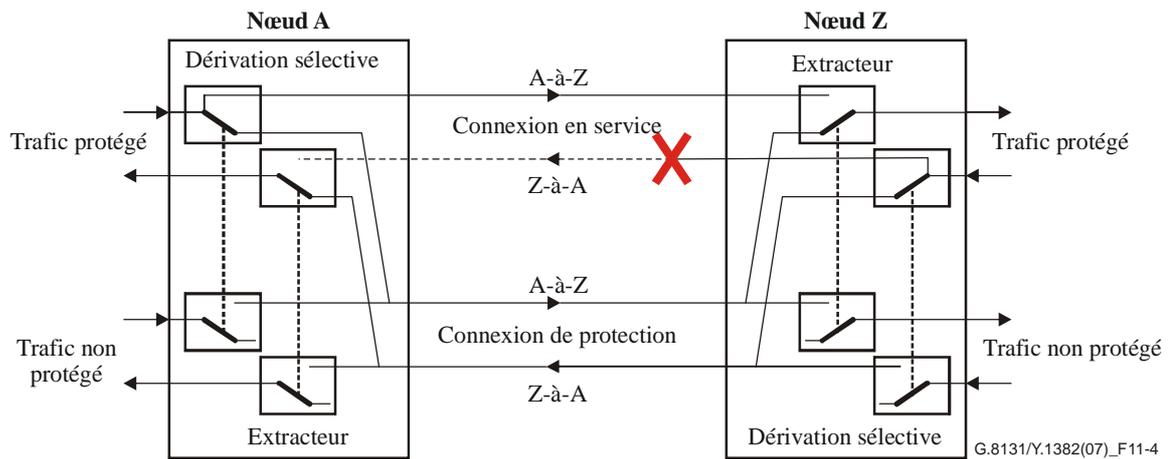


Figure 11-4 – Commutation de protection de chemin 1:1 bidirectionnelle, défaillance de la connexion en service Z vers A

11.3 Commutation de protection de connexion SNC/S 1+1 unidirectionnelle

L'architecture de la commutation de protection de connexion SNC/S 1+1 unidirectionnelle est illustrée sur la Figure 11-5. En cas d'utilisation de la commutation de protection unidirectionnelle décrite ici, la commutation de protection est mise en œuvre par l'extracteur à l'extrémité collectrice (nœud Z) du domaine de protection, sur la base d'informations purement locales. Le trafic actif est dérivé en permanence vers la connexion en service et la connexion de protection à l'extrémité source (nœud A) du domaine de protection. Les fonctions d'adaptation et de terminaison de chemin de sous-couche/serveur servent à surveiller et à déterminer l'état de la connexion en service et de la connexion de protection. Pour des précisions concernant le mécanisme de commutation de protection, se reporter à la protection de chemin 1:1 unidirectionnelle (§ 11.1).

La commutation de protection de connexion SNC/S 1+1 unidirectionnelle peut être de type réversible ou irréversible.

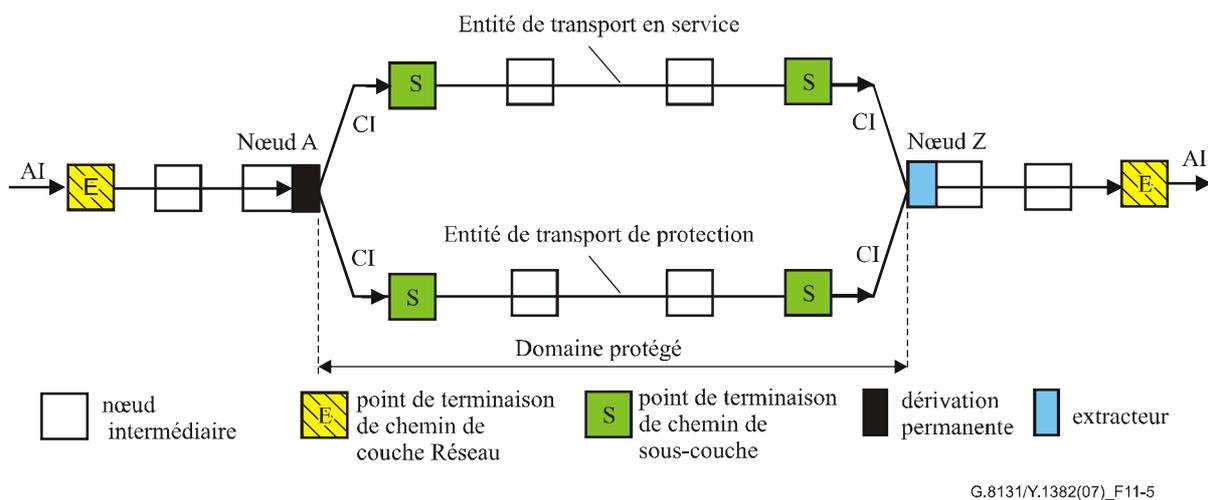


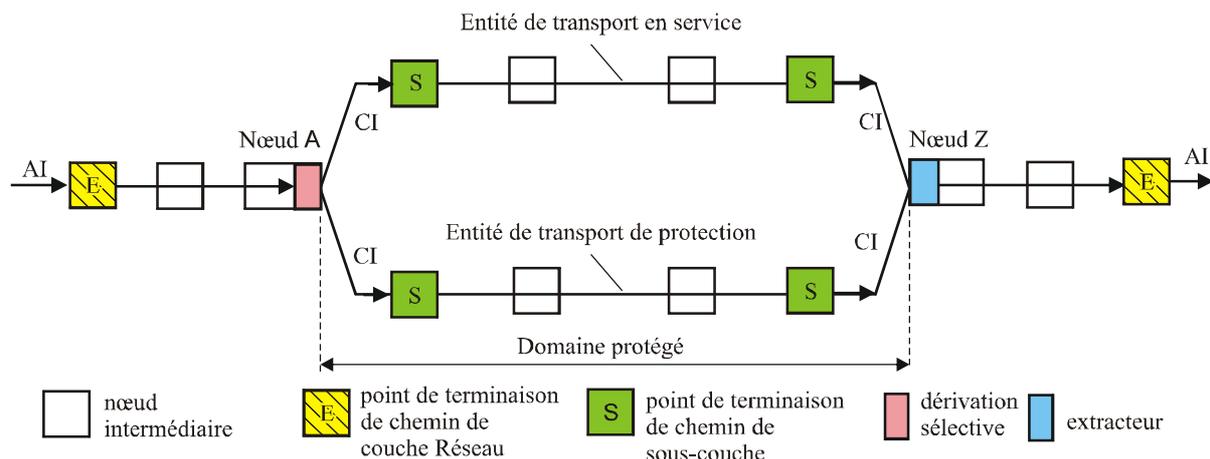
Figure 11-5 – Architecture de la commutation de protection de connexion SNC/S 1+1 unidirectionnelle

11.4 Commutation de protection de connexion SNC/S 1:1 bidirectionnelle

L'architecture de la commutation de protection SNC/S 1:1 est illustrée sur la Figure 11-6. En cas d'utilisation de la commutation de protection bidirectionnelle décrite ici, la commutation de

protection est mise en œuvre à la fois par la dérivation sélective à l'extrémité source et par l'extracteur à l'extrémité collectrice du domaine de protection, sur la base d'informations locales ou provenant d'une extrémité proche ainsi que sur la base d'informations relatives au protocole APS en provenance de l'autre extrémité ou d'une extrémité distante. Les fonctions d'adaptation et de terminaison de chemin de sous-couche/serveur servent à surveiller et déterminer l'état de la connexion en service et de la connexion de protection. Pour des précisions concernant le mécanisme de commutation de protection, se reporter à la protection de chemin 1:1 bidirectionnelle (§ 11.2).

La commutation de protection de connexion SNC/S 1:1 bidirectionnelle devrait être de type réversible.



G.8131/Y.1382(07)_F11-6

Figure 11-6 – Architecture de la commutation de protection de connexion SNC/S 1:1 bidirectionnelle, représentation unidirectionnelle

12 Mécanisme de déclenchement de la commutation de protection

L'action de commutation de protection doit intervenir:

- 1) lorsqu'elle est déclenchée par une commande de l'opérateur (commutation manuelle, commutation forcée et verrouillage de la protection, par exemple) en l'absence d'une demande de commutation de priorité plus élevée;
- 2) lorsqu'un signal de panne (SF) ou un signal de dégradation (SD) est déclaré sur la connexion associée (connexion en service ou connexion de protection) mais pas sur l'autre connexion alors que la temporisation d'attente a expiré;
- 3) lorsque la temporisation d'attente de rétablissement (en mode réversible) expire sans qu'aucun signal de panne (SF) ou signal de dégradation (SD) ne soit déclaré sur la connexion en service.

12.1 Commande manuelle

La commande manuelle de la fonction de commutation de protection peut être transférée depuis le système de gestion de réseau ou d'élément.

12.2 Conditions de déclaration du signal de panne

Un signal de panne (SF) est déclaré lorsque la fonction TMT_TT_Sk détecte un signal de panne sur le chemin, comme défini dans [b-UIT-T G.8110.1 Amd.1].

Un signal de dégradation (SD) est déclaré lorsque la fonction TMT_TT_Sk détecte un signal de dégradation sur le chemin, comme défini dans [b-UIT-T G.8110.1 Amd.1].

13 Critères de déclenchement de la commutation APS

Les critères de déclenchement de la commutation sont les suivants:

- 1) commande à déclenchement externe (annulation, verrouillage de la protection, commutation forcée, commutation manuelle, signal d'essai préalable);
- 2) commande à déclenchement automatique (signal de panne, signal de dégradation) associée à un domaine de protection;
- 3) état (période d'attente de rétablissement, demande d'inversion, maintien, absence de requête) de la fonction de commutation de protection.

La priorité de la requête/de l'état est donnée dans le Tableau 13-1. En cas de commutation unidirectionnelle, la priorité est déterminée à l'extrémité proche uniquement. En cas de commutation bidirectionnelle, la requête locale sera indiquée uniquement dans le cas où il s'agit d'une requête de priorité élevée ou de priorité plus élevée que toute requête reçue de l'extrémité distante via le canal APS. En commutation bidirectionnelle, lorsque la requête de l'extrémité distante a la priorité la plus élevée, l'extrémité proche signalera une requête d'inversion.

Tableau 13-1 – Priorité de l'état/de la requête

Requête locale	Ordre de priorité
Annulation	Priorité la plus élevée
Verrouillage de la protection (LP)	
Signal de panne pour la protection (SF-P)	
Commutation forcée (FS)	
Signal de panne (SF)	
Signal de dégradation (SD)	
Commutation manuelle (MS)	
Attente de rétablissement (WTR)	
Absence de requête (NR)	Priorité la moins élevée

13.1 Commandes à déclenchement externe

La liste des commandes à déclenchement externe est donnée ci-après par ordre décroissant de priorité. La fonction de chacune de ces commandes est décrite ci-après.

Annulation: cette commande annule toutes les commandes de commutation déclenchées extérieurement et indiquées ci-dessous.

Verrouillage de la protection (LP, *lockout of protection*): cette commande positionne l'extracteur sur la connexion en service. Empêche l'extracteur de se positionner sur la connexion de protection lorsqu'elle va sélectionner la connexion en service. Commute l'extracteur de la connexion de protection sur la connexion en service lorsqu'elle va sélectionner la connexion de protection.

Commutation forcée (FS) concernant la connexion en service: cette commande commute l'extracteur de la connexion en service sur la connexion de protection, à moins qu'une requête de commutation de priorité plus élevée ne soit en cours de traitement (par exemple LP).

Commutation manuelle (MS) concernant la connexion en service: cette commande commute l'extracteur de la connexion en service sur la connexion de protection, à moins qu'une requête de commutation de priorité égale ou de priorité plus élevée ne soit en cours de traitement (par exemple LP, FS, SF ou MS).

Commutation manuelle (MS) concernant la connexion de protection: cette commande commute l'extracteur de la connexion de protection sur la connexion en service, à moins qu'une requête de commutation de priorité égale ou de priorité supérieure ne soit en cours de traitement (par exemple LP, FS, SF ou MS).

13.2 Etats

Attente de rétablissement: cet état n'est applicable qu'au mode de fonctionnement réversible et s'applique à une connexion en service. La fonction de commutation de protection locale passe à cet état lorsque le trafic actif est reçu via la connexion de protection, une fois que la connexion en service est rétablie et que les requêtes de commutation de protection locales précédemment actives sont devenues inactives. Il empêche la sélection de la connexion en service par retour à la position initiale jusqu'à l'expiration de la temporisation d'attente de rétablissement. Cette temporisation peut être configurée par l'opérateur entre 5 et 12 minutes, par pas de 1 minute, la valeur par défaut étant de 5 minutes. Une condition SF ou SD annulera la période d'attente de rétablissement.

Absence de requête: la fonction de commutation de protection locale passe à cet état lorsque toutes les situations où il n'y a pas de demande de commutation de protection locale (y compris l'état "attente de rétablissement") sont actives.

14 Aspects relatifs à la sécurité

La présente Recommandation n'aborde aucune question de sécurité qui n'ait déjà été abordée dans l'architecture T-MPLS ou dans celle de ses protocoles de couche client.

Une commutation de protection pourrait améliorer la sécurité des réseaux T-MPLS étant donné qu'elle commuterait automatiquement le trafic d'une connexion en dérangement par suite d'une erreur de branchement ou de configuration dans d'autres connexions, sur des connexions fonctionnant correctement. Ainsi, le trafic client ne serait pas exposé à d'autres clients.

Appendice I

Types d'extracteur

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

Deux implémentations sont possibles pour un extracteur: extracteur divergent ou extracteur convergent. Les deux types d'extracteur ont le même comportement.

I.1 Extracteur divergent

A étudier.

I.2 Extracteur convergent

A étudier.

Bibliographie

- [b-UIT-T G.8113] Recommandation UIT-T G.8113/Y.1372 (2007), *Prescriptions relatives aux fonctions OAM dans les réseaux fondés sur T-MPLS*.
- [b-UIT-T G.8114] Recommandation UIT-T G.8114/Y.1373 (2007), *Mécanisme d'exploitation et de maintenance pour les réseaux de couche T-MPLS*.
- [b-UIT-T G.8110.1 Amd.1] Recommandation UIT-T G.8110.1/Y.1370.1 (2006), *Architecture du réseau de couche MPLS de transport (T-MPLS) – Amendement 1*.

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE Y

INFRASTRUCTURE MONDIALE DE L'INFORMATION, PROTOCOLE INTERNET ET RÉSEAUX DE PROCHAINE 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 PROCHAINE GÉNÉRATION	
Cadre général et modèles architecturaux fonctionnels	Y.2000–Y.2099
Qualité de service et performances	Y.2100–Y.2199
Aspects relatifs aux services: capacités et architecture des services	Y.2200–Y.2249
Aspects relatifs aux services: interopérabilité des services et réseaux dans les réseaux de prochaine génération	Y.2250–Y.2299
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.

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

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