



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

Y.1720

(04/2003)

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

Aspects relatifs au protocole Internet – Gestion,
exploitation et maintenance

**Commutation de protection pour les
réseaux MPLS**

Recommandation UIT-T Y.1720

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
Gestion, exploitation et maintenance	Y.1700–Y.1799
Taxation	Y.1800–Y.1899

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

Recommandation UIT-T Y.1720

Commutation de protection pour les réseaux MPLS

Résumé

La présente Recommandation indique les prescriptions et les mécanismes relatifs à la fonctionnalité de commutation de protection 1+1 et 1:1 dans le plan utilisateur pour les réseaux à commutation multiprotocole avec étiquettes (MPLS, *multi-protocol label switching*). Le mécanisme défini ici est conçu pour la prise en charge de conduits commutés avec étiquettes (LSP, *label switched path*) point à point de bout en bout. La fonctionnalité de commutation de protection pour des conduits LSP multipoint à point ou point à multipoint appelle un complément d'étude, de même que la commutation de protection m:n. La commutation de protection transparente n'est pas abordée dans cette version de la présente Recommandation.

Source

La Recommandation Y.1720 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 6 avril 2003.

Mots clés

Commutation de protection, défaillance, dérangement, LSP, MPLS, PML, PSL, reroutage.

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 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

	Page
1	Domaine d'application 1
2	Références normatives..... 1
3	Définitions 2
4	Symboles et abréviations 4
5	Prescriptions 4
6	Principes 5
7	Mécanismes 6
7.1	Commutation de protection unidirectionnelle..... 6
7.2	Mécanisme de commutation de protection bidirectionnelle..... 12
Appendice I – Bibliographie 13	

Recommandation UIT-T Y.1720

Commutation de protection pour les réseaux MPLS

1 Domaine d'application

La présente Recommandation indique les prescriptions et les mécanismes relatifs à la fonctionnalité de commutation de protection 1+1 et 1:1 dans le plan utilisateur pour les réseaux à commutation multiprotocole avec étiquettes (MPLS, *multi-protocol label switching*). Le mécanisme défini ici est conçu pour la prise en charge de conduits commutés avec étiquettes (LSP, *label switched path*) point à point de bout en bout. La fonctionnalité de commutation de protection pour des conduits LSP multipoint à point ou point à multipoint appelle un complément d'étude, de même que la commutation de protection m:n. La commutation de protection transparente n'est pas abordée dans cette version 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.

- [1] Recommandation UIT-T Y.1710 (2002), *Prescriptions relatives à la fonctionnalité d'exploitation et de maintenance pour les réseaux MPLS*.
- [2] Recommandation UIT-T Y.1711 (2002), *Mécanisme d'exploitation et de maintenance pour les réseaux MPLS*.
- [3] Recommandation UIT-T G.805 (2000), *Architecture fonctionnelle générique des réseaux de transport*.

NOTE – L'architecture définie dans la Rec. UIT-T G.805 est soumise à des restrictions d'application. Elle n'est pas applicable aux conduits LSP multipoint à point utilisant le protocole LDP ni dans le cas où la suppression d'étiquette à l'avant-dernier saut (PHP, *penultimate hop popping*) intervient à la sortie ne prenant pas en charge le plan données MPLS.

- [4] Recommandation UIT-T G.841 (1998), *Types et caractéristiques des architectures de protection des réseaux à hiérarchie numérique synchrone*.
- [5] Recommandation UIT-T I.630 (1999), *Commutation de protection ATM*.
- [6] Recommandation UIT-T M.20 (1992), *Philosophie de maintenance pour les réseaux de télécommunication*.
- [7] IETF RFC 3031 (2001), *Multiprotocol Label Switching Architecture*.
- [8] IETF RFC 3032 (2001), *MPLS Label Stack Encoding*.

3 Définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

3.1 protection 1+1: mécanisme de protection dans lequel le trafic est dupliqué sur le conduit de protection (branché en permanence). Le routeur à commutation par étiquettes (LSR) qui permet de regrouper les deux conduits assure la commutation du trafic entre le conduit en service et le conduit de protection.

3.2 protection 1:1: mécanisme de protection dans lequel le trafic est écoulé soit, sur le conduit en service ou sur le conduit de protection. Le routeur LSR qui permet de passer d'un conduit à l'autre assure la commutation du trafic entre le conduit en service et le conduit de protection.

3.3 commutation de protection bidirectionnelle: architecture de commutation de protection dans laquelle une panne unidirectionnelle déclenche une commutation de protection sur les deux sens du conduit commuté avec étiquette (LSP), à savoir sur le sens affecté et sur le sens non affecté.

3.4 ponter, pont: action ou fonction consistant à transmettre un trafic identique à la fois sur les conduits LSP en service et sur les conduits LSP de protection.

3.5 dérangement: (voir Note 1) interruption de la capacité d'un conduit LSP à transférer des informations d'utilisateur ou OAM.

3.6 trafic supplémentaire: trafic volontairement placé sur la même ressource de couche réseau qu'un conduit LSP de protection (mais dans un conduit LSP distinct, parallèle au conduit LSP de protection), étant donné qu'en cas de défaillance de la connexion en service, ce trafic (supplémentaire) sera déconnecté pour faire place au trafic protégé en provenance de ladite connexion.

3.7 défaillance: (voir Note 1) interruption permanente de la capacité d'un conduit LSP à transférer des informations d'utilisateur ou OAM. Une défaillance peut être causée par un dérangement persistant.

3.8 commutation forcée pour le conduit LSP en service: commutation déclenchée par un opérateur. Cette commutation est exécutée sauf si une demande de commutation de priorité plus élevée (blocage de la protection (LoP, *lockout of protection*), par exemple) est en cours de traitement.

3.9 temps de blocage: temps qui s'écoule entre la déclaration d'une dégradation du signal ou d'une panne de signal (SF, *signal fail*), et l'initialisation de l'algorithme de commutation de protection.

3.10 commutation manuelle: commutation déclenchée par un opérateur. Cette commutation est exécutée sauf si une demande de commutation de priorité égale ou supérieure (blocage de la protection (LoP, *lockout of protection*), commutation forcée (FS, *forced switch*), panne de signal (SF, *signal fail*) ou commutation manuelle (MS, *manual switch*)) est en cours de traitement.

3.11 domaine de protection MPLS: ensemble de routeurs LSR utilisés pour le routage d'un conduit en service et de son conduit de protection correspondant.

3.12 commutation de protection non réversible: se dit d'une commutation de protection dans laquelle il n'y a pas d'action d'inversion (commutation permettant de revenir sur le conduit LSP en service) après réparation du conduit LSP en service.

3.13 pas de requête: état durant lequel aucune demande de commutation de protection n'est présentée.

3.14 routeur LSR de commutation de conduit: routeur LSR ayant pour fonction de commuter ou de reproduire le trafic entre le conduit LSP en service et le conduit LSP de protection.

3.15 routeur LSR de regroupement de conduits: routeur LSR ayant pour fonction de réceptionner le trafic du conduit de protection et de l'intégrer au trafic du conduit en service ou, si ce trafic lui était destiné, de le transmettre aux protocoles des couches supérieures.

3.16 conduit LSP de protection: conduit LSP à l'intérieur du domaine de protection en provenance duquel le trafic actif est reçu dans le puits du domaine de protection où un conduit LSP en service est en dérangement.

3.17 commutation de protection: mécanisme de rétablissement dans lequel le conduit LSP de protection ou des segments de ce conduit sont créés avant la détection d'un dérangement sur le conduit en service, c'est-à-dire dans lequel le conduit LSP de protection est précalculé et préétabli et sa capacité préassignée.

3.18 reroutage: mécanisme de rétablissement dans lequel le conduit utilisé pour cette opération ou des segments de ce conduit sont créés dynamiquement après la détection d'un dérangement sur le conduit en service. En d'autres termes, il s'agit d'un mécanisme de rétablissement dans lequel le conduit utilisé pour cette opération n'est pas préétabli.

3.19 commutation de protection réversible: méthode de commutation de protection dans laquelle une action réversible (commutation avec retour au conduit LSP en service) est prise après que le conduit LSP en service a été réparé.

3.20 sélecteur: commutateur à deux positions (réception/émission) permettant de recevoir le trafic en provenance du conduit LSP en service ou du conduit LSP de protection au niveau du collecteur du domaine de protection, ou d'acheminer le trafic à destination du conduit LSP en service ou du conduit LSP de protection au niveau de la source du domaine de protection.

3.21 source du domaine de protection: extrémité d'émission (entrée) d'un routeur LSR de commutation de conduit du domaine de protection.

3.22 puits du domaine de protection: extrémité de réception (sortie) d'un routeur LSR de regroupement de conduits du domaine de protection.

3.23 entité de transport: composante architecturale qui transfère l'information entre ses entrées et ses sorties dans un réseau en couche (voir Note 2). Un conduit LSP fait office d'entité de transport dans un réseau MPLS.

3.24 commutation de protection unidirectionnelle: architecture de commutation de protection dans laquelle une panne unidirectionnelle (c'est-à-dire une panne affectant simplement un sens de la transmission) déclenche une commutation de protection sur le sens affecté uniquement (du conduit LSP).

3.25 attente avant rétablissement: commande à déclenchement automatique émise lorsque le conduit LSP en service sort de l'état SF (panne de signal). Elle sert à maintenir cet état jusqu'à ce que la temporisation "attente avant rétablissement" expire, à moins qu'elle ne soit préemptée par une demande de dérivation de priorité supérieure.

3.26 temporisation "attente avant rétablissement": temporisation configurable servant à retarder l'inversion.

3.27 conduit LSP en service: conduit LSP à l'intérieur du domaine de protection à partir duquel le trafic actif est reçu au niveau du puits du domaine de protection en l'absence de panne dans le mode réversible.

NOTE 1 – La Rec. UIT-T M.20 contient une définition plus générale et détaillée.

NOTE 2 – La Rec. UIT-T G.805 contient une définition plus générale et détaillée.

4 Symboles et abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

APS	commutation automatique de protection (<i>automatic protection switching</i>)
BDI	indication de dérangement vers l'arrière (<i>backward defect indication</i>)
FDI	indication de dérangement vers l'avant (<i>forward defect indication</i>)
FS	commutation forcée (<i>forced switch</i>)
LDP	protocole de distribution d'étiquette (<i>label distribution protocol</i>)
LOCV	vérification de perte de connectivité (<i>loss of connectivity verification</i>)
LoP	blocage de la protection (<i>lockout of protection</i>)
LSP	chemin commuté avec étiquette (<i>label switched path</i>)
LSR	routeur à commutation par étiquette (<i>label switch router</i>)
MPLS	commutation multiprotocole avec étiquette (<i>multi-protocol label switching</i>)
MS	commutation manuelle (<i>manual switch</i>)
OAM	gestion, exploitation et maintenance (<i>operation, administration and maintenance</i>)
Paquet CV	paquet de vérification de connectivité (<i>connectivity verification packet</i>)
PHP	suppression d'étiquette à l'avant-dernier saut (<i>penultimate hop popping</i>)
PML	routeur LSR de regroupement de conduits (<i>path merge LSR</i>)
PS	commutation de protection (<i>protection switching</i>)
PSL	routeur LSR de commutation de conduit (<i>path switch LSR</i>)
SDH	hiérarchie numérique synchrone (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
SF	panne de signal (<i>signal fail</i>)
SLA	accord de niveau de service (<i>service level agreement</i>)
TTSI	identificateur de source de chemin (<i>trail termination source identifier</i>)

5 Prescriptions

Les techniques permettant d'améliorer la fiabilité de fonctionnement d'un réseau en le dotant d'une capacité de retour à l'exploitation normale après une interruption du service (due à des dérangements, par exemple) sont qualifiées de techniques de survivabilité (ou capacité de survie). Ces techniques comprennent la commutation de protection et le reroutage. Dans la présente Recommandation, qui vise à définir les techniques de commutation de protection, la différence entre commutation de protection et reroutage est censée résider en ce qui suit:

- Commutation de protection: cette forme de commutation suppose que le routage soit déterminé d'avance et que les ressources soient préalablement attribuées à un conduit LSP de protection spécialisé avant que la défaillance ne se produise. La commutation de protection offre donc une bonne assurance que les ressources de réseau voulues pourront être récupérées après la défaillance.
- Reroutage: le reroutage suppose qu'aucun conduit LSP de protection spécialisé ne soit défini et donc que le routage ne soit pas déterminé d'avance et que les ressources ne soient pas non plus préalablement attribuées avant que la défaillance ne se produise. Le reroutage est communément utilisé dans des situations mettant en œuvre des fonctions de routage et de signalisation et dans lesquelles toute "demande de rétablissement de la connexion"

soumise à la suite de la défaillance (à l'instigation du réseau ou de l'utilisateur) sera comparée à d'autres types de demandes de trafic analogues aux fins de l'obtention de la ressource voulue. Le reroutage n'offre donc aucune garantie que les ressources de réseau voulues pourront être récupérées après la défaillance; en outre, il est généralement plus lent que la commutation de protection.

La commutation de protection, qui est nécessaire pour assurer un retour rapide à l'exploitation normale après une défaillance, améliore du même coup la fiabilité et la disponibilité de fonctionnement des réseaux MPLS. La commutation de protection doit répondre aux caractéristiques suivantes:

- 1) elle doit être appliquée sur toute la longueur d'un conduit LSP;
- 2) elle doit assurer la protection des requêtes locales "panne de signal" et "commutation manuelle" (selon l'ordre de priorité indiqué dans le Tableau 1);
- 3) elle doit permettre d'assurer une protection au niveau de la couche MPLS le plus rapidement possible (sous réserve de la résolution temporelle du mécanisme de détection des dérangements);
- 4) elle doit offrir un coefficient de protection de 100%, de telle sorte que 100% du trafic actif dégradé soit protégé contre une panne affectant un conduit LSP en service;
- 5) elle doit permettre, lorsque cela est possible, la prise en charge d'une capacité de trafic supplémentaire.

6 Principes

La commutation de protection est un mécanisme de protection entièrement déterministe utilisable sur toute topologie. Il est entièrement déterministe dans le sens où le trajet et la longueur de bande du conduit LSP de protection sont réservés pour un conduit LSP en service sélectionné. Toutefois, pour être efficace dans tous les cas de figure possibles de défaillance du conduit LSP en service, le conduit LSP de protection doit manifestement appliquer une séparation physique complète pour tous les modes de défaillances courantes. Outre qu'elle ne pourra peut-être pas toujours être appliquée, une telle séparation peut également astreindre le conduit LSP en service à ne pas suivre son itinéraire le plus court.

L'architecture de commutation de protection MPLS peut être du type 1+1 ou du type 1:1. D'autres types d'architecture feront l'objet d'un complément d'étude.

Dans une architecture de type 1+1, un conduit LSP de protection est affecté à chaque conduit LSP en service, ce dernier étant ponté sur le conduit LSP de protection à la source du domaine de protection. Le trafic sur les conduits LSP en service et de protection est transmis simultanément vers le collecteur du domaine de protection où une sélection entre le conduit LSP en service et le conduit LSP de protection est opérée sur la base de critères prédéterminés, comme par exemple une indication de dérangement.

Dans une architecture de type 1:1, un conduit LSP de protection est affecté à chaque conduit LSP en service. Le trafic actif est transmis par le conduit LSP en service ou le conduit LSP de protection. Le choix de l'un ou de l'autre sera fonction du mécanisme de protection utilisé. Le conduit LSP de protection peut être utilisé pour véhiculer le "trafic supplémentaire", lorsqu'il n'est pas utilisé pour transmettre le trafic actif.

Les principes applicables aux architectures et mécanismes de protection MPLS sont énumérés ci-dessous:

- 1) tout dérangement dans les couches situées au-dessus de la couche MPLS ne doit pas déclencher la commutation de protection au niveau de la couche serveuse. Par exemple, dans une architecture ATM utilisant la commutation MPLS, un dérangement dans la couche ATM ne doit pas déclencher la commutation de protection dans la couche MPLS;

- 2) en général, si les mécanismes de protection de couche inférieure (par exemple, SDH ou optique) sont utilisés en association avec les mécanismes de protection MPLS, il faut offrir aux couches inférieures la possibilité de rétablir le trafic avant que la couche MPLS déclenche les actions de protection (en appliquant une temporisation de blocage, par exemple). L'objectif ici est d'éviter de déclencher inutilement la commutation de protection dans différentes couches de réseau;
- 3) les actions de commutation de protection dans un domaine de protection ne doivent pas affecter le fonctionnement, les performances et la commutation de protection du réseau dans les autres domaines;
- 4) le mécanisme de commutation de protection doit favoriser le rétablissement rapide du trafic actif afin de réduire au minimum les pannes du réseau. En principe, le rétablissement doit intervenir avant que le seuil d'entrée dans l'état d'indisponibilité ne soit atteint.

7 Mécanismes

Le présent paragraphe décrit les mécanismes de commutation de protection unidirectionnelle et bidirectionnelle.

7.1 Commutation de protection unidirectionnelle

7.1.1 Architectures d'application

7.1.1.1 Architecture d'application de la commutation de protection unidirectionnelle 1+1

L'architecture de commutation de protection linéaire 1+1 est représentée à la Figure 1. En cas d'utilisation de la commutation de protection unidirectionnelle définie ici, la commutation de protection est mise en œuvre par le sélecteur situé dans le puits du domaine de protection sur la base d'informations purement locales (c'est-à-dire situées dans le puits de protection). Le trafic actif est ponté en permanence sur les conduits LSP en service et de protection au niveau de la source du domaine de protection. Si des paquets de vérification de connectivité (CV) ou d'autres paquets de contrôle de continuité sont utilisés pour détecter des dérangements du conduit LSP en service ou du conduit LSP de protection, ces paquets sont insérés dans la source du domaine de protection de chacun desdits conduits, puis détectés et extraits au niveau du puits du domaine de protection. Il est à noter que ces paquets doivent être envoyés indépendamment du fait que le conduit LSP soit sélectionné ou non par le sélecteur.

Par exemple, si un dérangement unidirectionnel (dans le sens de transmission routeur PSL vers routeur PML) se produit dans le conduit LSP en service, comme indiqué sur la Figure 2, ce dérangement sera détecté au niveau du puits du domaine de protection du routeur PML et le sélecteur de ce routeur déclenchera la commutation sur le conduit LSP de protection.

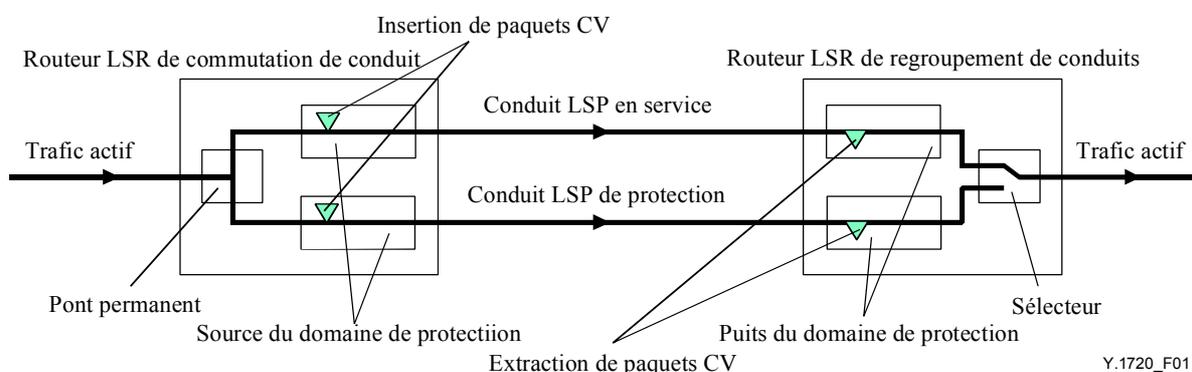


Figure 1/Y.1720 – Architecture de commutation de protection unidirectionnelle 1+1

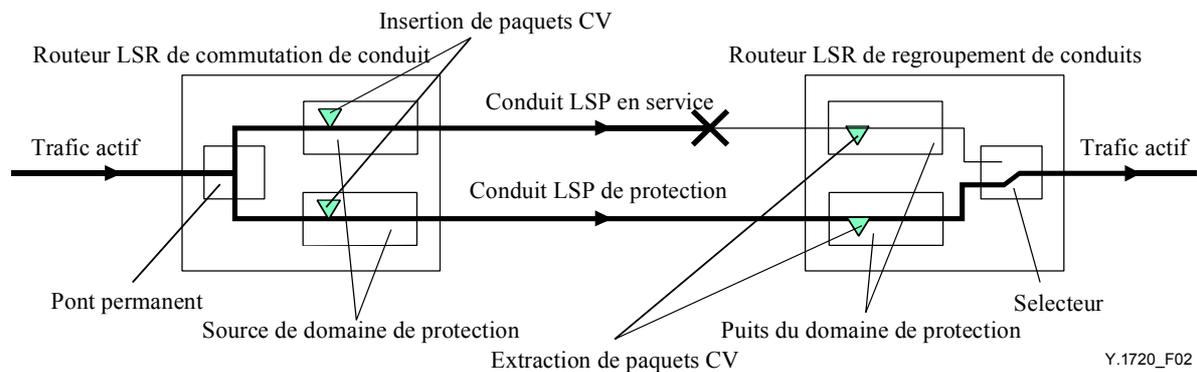


Figure 2/Y.1720 – Architecture de commutation de protection unidirectionnelle 1+1 – Panne du conduit LSP en service

7.1.1.2 Architecture d'application de la commutation de protection unidirectionnelle 1:1

L'architecture de commutation de protection linéaire 1:1 est représentée sur la Figure 3. En cas d'utilisation de la commutation de protection unidirectionnelle décrite ici, la commutation de protection est mise en œuvre par le sélecteur au niveau de la source du domaine de protection sur la base d'informations purement locales (c'est-à-dire situées au niveau de la source de protection). Le trafic actif et le trafic de protection sont regroupés en permanence au niveau du puits du domaine de protection.

Si des paquets de vérification de connectivité (CV) ou d'autres paquets de contrôle de continuité sont utilisés pour détecter des dérangements du conduit LSP en service ou du conduit LSP de protection, ces paquets sont insérés au niveau de la source du domaine de protection desdits conduits, puis détectés et extraits au niveau du puits du domaine de protection. Il est à noter que ces paquets doivent être envoyés indépendamment du fait que le conduit LSP soit sélectionné ou non par le sélecteur.

Par exemple, si un dérangement unidirectionnel (dans le sens de transmission routeur PSL vers routeur PML) se produit dans le conduit LSP en service, comme indiqué sur la Figure 4, ce dérangement est détecté au niveau du puits du domaine de protection du routeur PML, puis signalé par l'indication BDI à la source du domaine de protection du routeur PSL. Le sélecteur de ce dernier assure la commutation sur le conduit LSP de protection à la réception du rapport signalant ce dérangement.

NOTE – La commutation de protection 1:1 n'assure aucune protection contre un dérangement d'TTSI_Mismerge (erreur d'association d'identificateurs de source de chemin).

Lorsqu'une panne de signal (SF) dans le conduit LSP en service se déclare et que le trafic de l'utilisateur est transmis par le conduit LSP de protection, les paquets FDI et le trafic de l'utilisateur peuvent se regrouper au niveau du puits du domaine de protection. Les nœuds situés en aval peuvent recevoir simultanément des paquets FDI, des paquets CV et le trafic de l'utilisateur. Il en va de même dans le cas où une panne de signal (SF) dans le conduit LSP de protection se déclare. Un moyen de résoudre ce problème est d'utiliser un sélecteur de regroupement. En présence d'un dérangement au niveau du conduit LSP en service, ce sélecteur assure les opérations suivantes:

- 1) réception de paquets FDI ou détection d'un dérangement de couche inférieure à la sortie du conduit LSP en service;
- 2) commutation du sélecteur de regroupement à la sortie (c'est-à-dire ouverture du commutateur dans le conduit LSP en service et fermeture du commutateur dans le conduit LSP de protection);
- 3) transmission de paquets BDI dans le conduit LSP en service;

- 4) commutation du sélecteur à l'entrée (c'est-à-dire dans le sens conduit LSP en service vers conduit LSP de protection, et coupure du trafic supplémentaire).

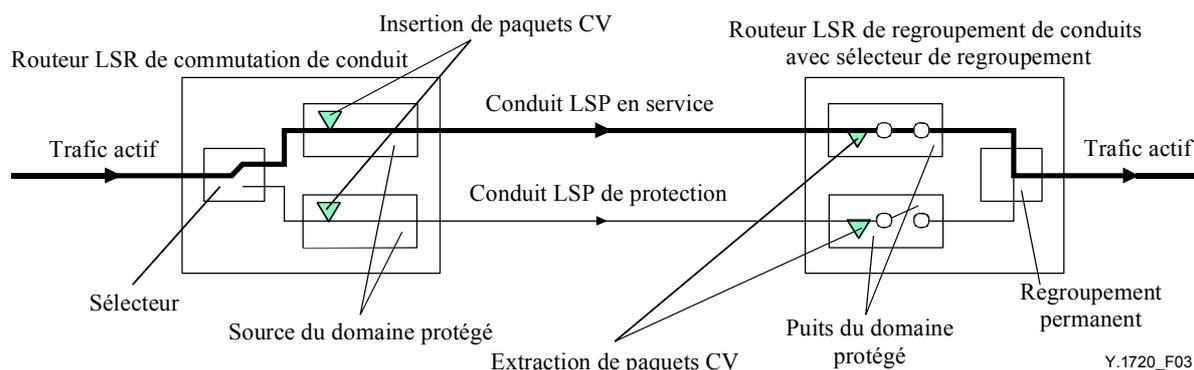


Figure 3/Y.1720 – Architecture de commutation de protection unidirectionnelle 1:1

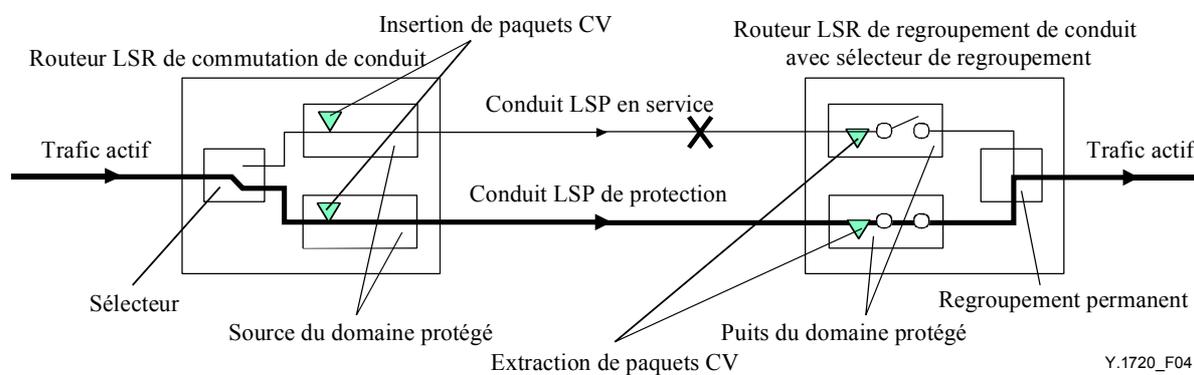


Figure 4/Y.1720 – Architecture de commutation de protection unidirectionnelle 1:1 – Panne du conduit LSP en service

7.1.1.3 Trafic supplémentaire

L'architecture 1:1 permet la prise en charge du trafic supplémentaire. Comme le trafic provenant du conduit LSP en service et le trafic provenant du conduit LSP de protection sont regroupés au niveau du puits du domaine de protection, le trafic supplémentaire doit être acheminé via un conduit LSP distinct empruntant le même itinéraire physique que le conduit LSP de protection (voir Figure 5) afin d'éviter que le trafic supplémentaire et le trafic actif ne soient regroupés, ce qui les obligerait à utiliser en partage la même largeur de bande. Au moment où le trafic actif est commuté sur le conduit LSP de protection, le trafic supplémentaire est déconnecté pour laisser place au trafic protégé provenant de la connexion active en dérangement (voir Figure 6). Cette opération exige généralement un protocole de coordination de la commutation de protection. Dans la présente Recommandation, l'indication BDI fait office de protocole à une phase (voir aussi la Rec. UIT-T I.630). La vérification de la connectivité d'un conduit LSP acheminant le trafic supplémentaire est facultative. Dans le cas où la déconnexion du trafic supplémentaire doit être notifiée, il convient de procéder à la vérification de la connectivité.

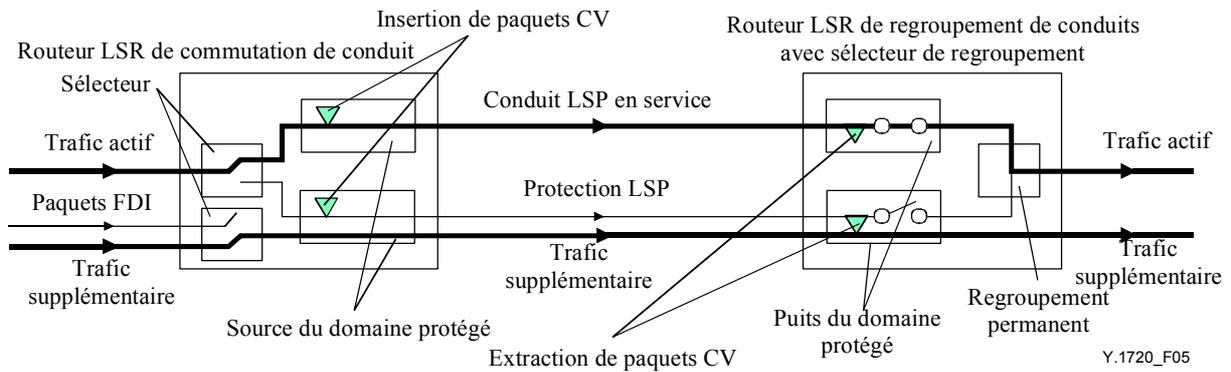


Figure 5/Y.1720 – Architecture 1:1 avec trafic supplémentaire

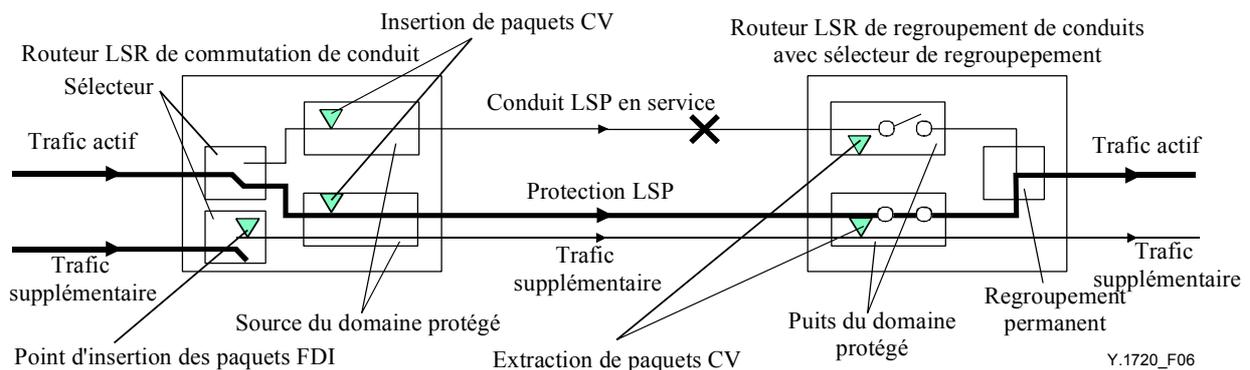


Figure 6/Y.1720 – Architecture 1:1 avec trafic supplémentaire – Panne du conduit LSP en service

7.1.2 Mécanisme de déclenchement de la commutation de protection

L'action de commutation de protection doit intervenir lorsque:

- 1) elle est déclenchée par une commande de l'opérateur (commutation manuelle, commutation forcée ou blocage de la protection, par exemple) en l'absence de toute demande de commutation de priorité supérieure;
- 2) une panne de signal se déclare sur le conduit LSP connecté (conduit LSP en service ou conduit LSP de protection), mais pas sur l'autre conduit LSP alors que la temporisation de blocage a pris fin;
- 3) la temporisation "attente avant rétablissement" expire (mode réversible) sans qu'aucune panne de signal ne se déclare sur le conduit LSP en service.

7.1.2.1 Commande manuelle

La commande manuelle de la fonction de commutation de protection peut être transférée depuis le système d'exploitation.

7.1.2.2 Conditions de déclaration d'une panne de signal

7.1.2.2.1 Architecture 1+1

Dans une architecture 1+1, une panne de signal se déclare au moment où le point puits du domaine de protection passe à l'état de dérangement à l'extrémité proche puits de chemin de conduit LSP en passant à l'état de dérangement dServer, dLOCV, dTTSI_Mismatch, dTTSI_Mismerge, dExcess, ou dUnknown condition.

Afin d'obtenir la protection rapide (les conditions d'obtention de cette protection sont à l'étude), une panne de signal peut se déclarer au moment où un paquet FDI est reçu par le puits du domaine de protection avant qu'il ne passe à d'autres états de dérangement (dLOCV, par exemple). On obtient ainsi une protection rapide contre les dérangements qui prennent leur source dans des couches inférieures à la couche MPLS (ce qui exige que l'indication FDI entrante ait pour point de code de type de dérangement (DT) 0x0101).

NOTE – Le recours à la protection rapide ne s'impose que si la couche inférieure n'est pas protégée. Si cette couche est elle aussi protégée, le recours à cette protection peut entraîner une commutation de protection inutile du fait que la panne de signal se déclarera à la réception de paquets FDI.

Dans le cas où la fonction CV n'est pas activée, une panne de signal se déclare au moment où un paquet FDI est reçu par le puits du domaine de protection. Cela ne s'applique qu'aux dérangements qui prennent leur source dans des couches inférieures à la couche MPLS (ce qui exige que l'indication FDI entrante ait pour point de code de type de dérangement (DT) 0x0101).

7.1.2.2.2 Architecture 1:1

Dans une architecture 1:1, une panne de signal (SF, *signal fail*) se déclare lorsque:

- la source du domaine de protection passe à l'état de dérangement à l'extrémité proche puits de chemin à la réception d'un paquet BDI (provenant du conduit LSP retour ou d'une source située en dehors de la bande).

NOTE – La protection contre les dérangements du conduit LSP bidirectionnel appelle un complément d'étude.

7.1.3 Compatibilité avec les objectifs de réseau

Les objectifs de réseau suivants s'appliquent:

- 1) *modes opératoires*
la commutation réversible et la commutation non réversible sont assurées;
- 2) *commande manuelle*
les commandes d'opérateur blocage de la protection, commutation forcée et commutation manuelle sont acceptées;
- 3) *autres critères de déclenchement de la commutation*
outre les commandes manuelles précitées, les commandes panne de signal, attente avant rétablissement et pas de requête sont prises en charge en tant que critères de déclenchement (ou d'empêchement) d'une commutation de protection.

7.1.4 Critères de déclenchement de la commutation

Les critères de déclenchement de la commutation de protection sont les suivants:

- 1) une commande à déclenchement externe (annulation, blocage de la protection, commutation forcée, commutation manuelle);
- 2) une commande à déclenchement automatique (panne de signal) associée à un domaine de protection;
- 3) un état ("attente avant rétablissement", "pas de requête") de la fonction commutation de protection.

Toutes les requêtes sont locales (c'est-à-dire au niveau du puits de protection pour l'architecture 1+1 et au niveau de la source de protection pour l'architecture 1:1). L'ordre de priorité des requêtes locales est donné dans le Tableau 1.

Tableau 1/Y.1720 – Priorité des requêtes locales

Requête locale (c'est-à-dire commande ou état déclenché automatiquement ou bien commande à déclenchement externe)	Ordre de priorité
Annulation	La plus élevée
Blocage de la protection	
Commutation forcée	
Panne de signal	
Commutation manuelle	
Attente avant rétablissement	
Pas de requête	La plus faible

NOTE 1 – Une panne de signal sur le conduit LSP de protection n'a pas priorité sur une commutation forcée concernant le conduit LSP en service. Étant donné que la commutation de protection unidirectionnelle est en cours d'exécution et qu'aucun protocole APS n'est pris en charge sur le conduit LSP de protection, la panne de signal sur le conduit LSP de protection n'interfère pas avec la capacité à exécuter une commutation forcée concernant le conduit LSP en service.

NOTE 2 – La commutation forcée concernant un conduit LSP de protection n'est pas définie car cette fonction peut être obtenue par désactivation de la commande de protection.

7.1.4.1 Commandes à déclenchement externe

La liste des commandes à déclenchement externe est donnée ci-après par ordre de priorité décroissante. La fonction de chaque commande est indiquée.

annulation: annule toutes les commandes de commutation déclenchées extérieurement et indiquées ci-dessous.

blocage de la protection (LoP, *lockout of protection*): positionne le sélecteur sur le conduit LSP en service. Empêche le sélecteur de se positionner sur le conduit LSP de protection, lorsqu'il sélectionne le conduit LSP en service. Commute le sélecteur du conduit LSP de protection sur le conduit LSP en service lorsqu'il sélectionne le conduit LSP de protection.

commutation forcée (FS, *forced switch*) concernant le conduit LSP en service: commute le sélecteur du conduit LSP en service sur le conduit LSP de protection (à moins qu'une requête de commutation de priorité plus élevée (c'est-à-dire LoP) ne soit en cours de traitement).

commutation manuelle (MS, *manual switch*) concernant le conduit LSP en service: commute le sélecteur du conduit LSP en service sur le conduit LSP de protection (à moins qu'une requête de commutation de priorité plus élevée (c'est-à-dire, LoP, FS, SF ou MS) ne soit en cours de traitement).

commutation manuelle concernant le conduit LSP de protection: commute le sélecteur du conduit LSP de protection sur le conduit LSP en service (à moins qu'une requête de commutation de priorité plus élevée (c'est-à-dire, LoP, FS, SF ou MS) ne soit en cours de traitement).

7.1.4.2 Commutation de protection déclenchée par une indication FDI

Dans le cas où la commutation de protection est déclenchée par une indication FDI et si le conduit LSP qui subit une panne de signal de passe jamais à un état de dérangement à l'extrémité proche, il peut être nécessaire d'empêcher des transitions fréquentes. Si de telles transitions se produisent, on pourra définir un laps de temps qui devra s'écouler avant toute nouvelle action de commutation de protection. Ce point appelle un complément d'étude.

7.1.4.3 Etats

L'état "attente avant rétablissement" n'est applicable qu'au mode réversible et s'applique à un conduit LSP en service. La fonction commutation de protection locale passe à cet état lorsque le trafic actif est reçu via le conduit LSP de protection une fois que le conduit LSP en service est rétabli et que les requêtes de commutation de protection précédemment actives sont devenues inactives. Il empêche la sélection du conduit LSP en service par retour à la position initiale du sélecteur jusqu'à expiration de la temporisation "attente avant rétablissement". Cette temporisation peut être configurée par l'opérateur par pas de 1 minute entre 1 et 30 minutes, la valeur par défaut étant de 12 minutes.

La fonction commutation de protection locale passe à l'état "pas de requête" lorsque toutes les conditions où il n'y a pas de demande de commutation de protection locale (y compris l'état "attente avant rétablissement") sont actives.

7.1.5 Protocole de commutation de protection

Dans le cas d'une architecture de commutation de protection unidirectionnelle 1+1 ou 1:1, il n'y a pas lieu d'utiliser un protocole APS.

7.1.6 Algorithme de commutation de protection unidirectionnelle

7.1.6.1 Commande du sélecteur

Dans les architectures 1+1 et 1:1 en mode commutation de protection unidirectionnelle, le sélecteur est commandé par la demande locale (c'est-à-dire au niveau du puits du domaine de protection pour l'architecture 1+1 et au niveau de la source du domaine de protection pour l'architecture 1:1) de priorité la plus élevée (commande ou état déclenché automatiquement ou commande à déclenchement externe). Par conséquent, chaque extrémité fonctionne indépendamment de l'autre. S'il y a priorité égale sur les deux conduits LSP (par exemple SF), la commutation ne sera pas exécutée.

7.1.6.2 Mode réversible

Dans ce mode, lorsque le trafic actif est transmis via le conduit LSP de protection, une fois que le conduit LSP en service est rétabli et que les demandes de commutation de protection locale précédemment actives sont devenues inactives, on passe à l'état local "attente avant rétablissement".

La temporisation associée à cet état normalement expire et devient un état "pas de requête" après expiration de la temporisation "attente avant rétablissement". Le sélecteur revient ensuite à sa position initiale pour sélectionner le conduit LSP en service. Le temporisateur "attente avant rétablissement" est désactivé plus tôt si une demande locale de priorité plus élevée préempte cet état.

7.1.6.3 Mode non réversible

Lorsque le conduit LSP en panne ne se trouve plus dans une condition SF, et qu'il n'y a pas de commandes déclenchées extérieurement, on passe à l'état "pas de requête". Pendant cet état, il n'y a pas de commutation.

7.2 Mécanisme de commutation de protection bidirectionnelle

Ce point appelle un complément d'étude.

Appendice I

Bibliographie

- IETF RFC 3469 (2003), *Framework for Multi-Protocol Label Switching (MPLS)-based Recovery*.

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

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