

Groupe de travail Réseau
Request for Comments : 4427

E. Mannie, éd. Perceval
D. Papadimitriou, éd. Alcatel
mars 2006
Traduction Claude Brière de L'Isle

Catégorie : Information

Terminologie de récupération (protection et restauration) pour la commutation d'étiquettes multi protocoles généralisée (GMPLS)

Statut du présent mémoire

Le présent mémoire apporte des informations pour la communauté de l'Internet. Il ne spécifie aucune forme de norme de l'Internet. La distribution du présent mémoire n'est soumise à aucune restriction.

Notice de Copyright

Copyright (C) The Internet Society (2006).

Résumé

Le présent document définit une terminologie commune pour les mécanismes de récupération fondés sur la commutation d'étiquettes multi protocoles généralisée (GMPLS, *Generalized Multi-Protocol Label Switching*) (c'est-à-dire, la protection et la restauration). La terminologie est indépendante des technologies de transport sous-jacentes couvertes par GMPLS.

Table des matières

1. Introduction.....	2
2. Contributeurs.....	2
3. Conventions utilisées dans ce document.....	3
4. Terminologie de récupération commune à la protection et la restauration.....	3
4.1 LSP/portée actif et récupération.....	3
4.2 Types de trafic.....	3
4.3 Protection et restauration de LSP/portée.....	3
4.4 Portée de récupération.....	4
4.5 Domaine de récupération.....	4
4.6 Types de récupération.....	4
4.7 Types de ponts.....	5
4.8 Types de sélecteur.....	5
4.9 Nœuds GMPLS de récupération.....	6
4.10 Mécanisme de commutation.....	6
4.11 Opérations de réversion.....	6
4.12 Rapport de défaillance.....	6
4.13 Commandes externes.....	7
4.14 Commutation de récupération unidirectionnelle et bidirectionnelle.....	7
4.15 Commutation de récupération de portée complète ou partielle.....	7
4.16 Temps et durées relatifs aux schémas de récupération.....	8
4.17 Dégradation.....	8
4.18 Ratio de récupération.....	8
4.19 Commutation de protection sans à-coups.....	8
4.20 Survivabilité du réseau.....	8
4.21 Réseau survivable.....	8
4.22 Escalade.....	9
5. Phases de récupération.....	9
5.1 Entités impliquées dans la récupération.....	9
6. Schémas de protection.....	10
6.1 Protection 1+1.....	10
6.2 Protection 1:N ($N \geq 1$).....	10
6.3 Protection M:N ($M, N > 1, N \geq M$).....	10
6.4 Notes sur les schémas de protection.....	10
7. Schémas de restauration.....	10
7.1 Restauration de LSP pré-programmée.....	10
7.2 Restauration de LSP.....	11

8. Considérations sur la sécurité.....	11
9. Références.....	11
9.1 Références normatives.....	11
9.2 Références pour information.....	11
10. Remerciements.....	12
Adresse des éditeurs.....	12
Déclaration complète de droits de reproduction.....	12

1. Introduction

Le présent document définit une terminologie commune pour les mécanismes de récupération fondés sur la commutation d'étiquettes multi protocoles généralisée (GMPLS, *Generalized Multi-Protocol Label Switching*) (c'est-à-dire, la protection et la restauration). La terminologie proposée dans ce document est indépendante des technologies de transport sous-jacentes et fait des emprunts à la Recommandation UIT-T G.808.1 [G.808.1] et à la Recommandation UIT-T G.841 [G.841]. La terminologie et les concepts de la restauration ont été collectés à de nombreuses sources incluant des documents de l'IETF.

Dans le contexte du présent document, le terme de "récupération" note à la fois la protection et la restauration. Les termes spécifiques de "protection" et de "restauration" ne seront utilisés que quand une différenciation s'impose.

Le présent document se concentre sur la terminologie pour la récupération de chemins à commutation d'étiquettes (LSP, *Label Switched Path*) contrôlés par un plan de contrôle GMPLS. La terminologie proposée s'applique à la récupération de bout en bout, de segment, et de portée (c'est-à-dire, de liaison). Noter que la terminologie pour la récupération du plan de contrôle lui-même sort du domaine d'application de ce document.

La protection et la restauration de LSP commutés sous des contraintes de temps serrées est un réel problème. Cela est particulièrement pertinent pour les réseaux optiques qui consistent en interconnexions en multiplexage à division dans le temps (TDM, *Time Division Multiplex*) et/ou tout optiques (photoniques) appelées des nœuds GMPLS (ou simplement des nœuds, ou même parfois des "routeurs à commutation d'étiquettes" (LSR, *Label Switching Router*) connectés dans une topologie générale [RFC3945].

La récupération implique normalement l'activation d'un LSP de récupération (ou de remplacement) quand une défaillance est rencontrée dans le LSP actif.

Un LSP actif ou de récupération est caractérisé par une interface d'entrée, une interface de sortie, et un ensemble de nœuds intermédiaires et de portées à travers lesquels le LSP est acheminé. Les LSP actif et de récupération sont normalement de ressources disjointes (par exemple, le nœud et/ou la portée sont disjointes). Cela assure qu'une seule défaillance ne va pas affecter les deux LSP actif et de récupération.

Une portée bidirectionnelle entre des nœuds voisins est généralement réalisée comme une paire de portées unidirectionnelles. Donc, le chemin de bout en bout pour un LSP bidirectionnel consiste en une série de segments bidirectionnels (c'est-à-dire de connexions de sous réseaux (SNC, *Sub-Network Connection*) dans la terminologie de l'UIT-T) entre les nœuds de source et de destination, traversant des nœuds intermédiaires.

2. Contributeurs

Le présent document est le résultat d'un effort conjoint de l'équipe de conception du groupe de travail CCAMP Protection et restauration. Les personnes suivantes sont les auteurs qui ont contribué au présent document :

Deborah Brungard (AT&T)
Rm. D1-3C22 - 200 S. Laurel Ave.
Middletown, NJ 07748, USA
mél : dbrungard@att.com

Sudheer Dharanikota
mél : sudheer@ieee.org

Jonathan P. Lang (Sonos)
506 Chapala Street
Santa Barbara, CA 93101, USA
mél : jplang@ieee.org

Guangzhi Li (AT&T)
180 Park Avenue,
Florham Park, NJ 07932, USA
mél : gli@research.att.com

Eric Mannie (Perceval)
Rue Tenbosch, 9
1000 Brussels, Belgium
mél : eric.mannie@perceval.net

Dimitri Papadimitriou (Alcatel)
Francis Wellesplein, 1
B-2018 Antwerpen, Belgium
mél : dimitri.papadimitriou@alcatel.be

Bala Rajagopalan
Microsoft India Development Center
Hyderabad, India
mél : balaram@microsoft.com

Yakov Rekhter (Juniper)
1194 N. Mathilda Avenue
Sunnyvale, CA 94089, USA
mél : yakov@juniper.net

3. Conventions utilisées dans ce document

Les mots clés "DOIT", "NE DOIT PAS", "EXIGE", "DEVRA", "NE DEVRA PAS", "DEVRAIT", "NE DEVRAIT PAS", "RECOMMANDE", "PEUT", et "FACULTATIF" en majuscules dans ce document sont à interpréter comme décrit dans le BCP 14, [RFC2119].

4. Terminologie de récupération commune à la protection et la restauration

Cette section définit les termes généraux communs à la protection et à la restauration (c'est-à-dire, la récupération). De plus, la plupart de ces termes s'appliquent à la récupération de LSP de bout en bout, de segment, et de portée. Noter que la récupération de portée ne protège pas les nœuds de chaque extrémité de la portée, autrement la récupération de LSP de bout en bout ou de segment devrait être utilisée.

La terminologie et les définitions ont été à l'origine prises dans [G.808.1]. Cependant, pour sa généralisation, le langage suivant, qui ne se rapporte pas directement à la récupération, a été adapté à GMPLS et à la terminologie commune de l'IETF :

Un LSP est utilisé comme terme générique pour désigner soit une connexion de sous réseau (SNC, *Sub-Network Connection*) soit une connexion de réseau (NC, *Network Connection*) dans la terminologie de l'UIT-T. L'UIT-T utilise le terme d'entité de transport pour désigner soit une liaison, une SNC, soit une NC. Le terme de "trafic" est utilisé à la place de "signal de trafic". Le terme de "schéma" de protection ou restauration est utilisé à la place de "architecture" de protection ou restauration.

Le lecteur est invité à se reporter à [G.841] et [G.808.1] pour les références à la terminologie respectivement de la protection en SDH et de la commutation de protection générique. Noter que la restauration ne fait pas partie du domaine d'application de [G.808.1].

4.1 LSP/portée actif et récupération

Un LSP/portée actif est un LSP/portée qui transporte du trafic d'utilisateur "normal". Un LSP/portée de récupération est un LSP/portée utilisé pour transporter du trafic d'utilisateur "normal" quand le LSP/portée actif est défaillant. De plus, le LSP/portée de récupération peut transporter du trafic d'utilisateur "supplémentaire" (c'est-à-dire, du trafic préemptable) quand le trafic normal est porté sur le LSP/portée actif.

4.2 Types de trafic

Les différents types de trafic qui peuvent être transportés sur un LSP/portée, dans le contexte du présent document, sont définis ci-après :

- A. Trafic normal : trafic d'utilisateur qui peut être protégé par deux LSP/portées de remplacement (les LSP/portées actif et de récupération).
- B. Trafic supplémentaire : trafic d'utilisateur porté sur des ressources de récupération (par exemple, un LSP/portée de récupération) quand ces ressources ne sont pas utilisées pour la récupération du trafic normal (c'est-à-dire, quand les ressources de récupération sont en mode d'attente). Quand il est demandé aux ressources de récupération de récupérer le trafic normal d'un LSP/portée actif défaillant, le trafic supplémentaire est préempté. Le trafic supplémentaire n'est pas protégé par définition, mais peut être restauré. De plus, le trafic supplémentaire n'a pas besoin de commencer ou être terminé aux extrémités des LSP/portées qu'il utilise.
- C. Trafic nul : trafic porté sur le LSP/portée de récupération si il n'est pas utilisé pour porter du trafic normal ou supplémentaire. Le trafic nul peut être toute sorte de trafic qui se conforme à la structure de signal de la couche spécifique, et il est ignoré (non choisi) à la sortie du LSP/portée de récupération.

4.3 Protection et restauration de LSP/portée

La distinction subtile suivante est généralement faite entre les termes "protection" et "restauration", bien que ces termes soient souvent utilisés de façon interchangeable [RFC3386].

La distinction entre protection et restauration est faite sur la base de l'allocation de ressources effectuée durant l'établissement du LSP/portée de récupération. La distinction entre les différents types de restauration est faite sur la base du niveau de calcul de chemin, de signalisation, et d'allocation de ressources durant l'établissement du LSP/portée de restauration.

A. Protection de LSP/portée

La protection de LSP/portée note le paradigme par lequel un ou plusieurs LSP/portées de protection dédiés sont pleinement établis pour protéger un ou plusieurs LSP/portées actifs.

Pour un LSP de protection, cela implique que le calcul de chemin a eu lieu, que le LSP est pleinement signalé sur tout le parcours, et que ses ressources sont complètement choisies (c'est-à-dire, allouées) et interconnectées entre les nœuds d'entrée et sortie.

Pour une portée de protection, cela implique que la portée a été choisie et réservée pour la protection.

Bien sûr, cela signifie qu'aucune signalisation n'a lieu pour établir le LSP/portée de protection quand une défaillance se produit. Cependant, diverses autres sortes de signalisation peuvent prendre place entre les nœuds d'entrée et de sortie pour la notification des fautes, pour synchroniser leur utilisation du LSP/portée de protection, pour la réversion, etc.

B. Restauration de LSP/portée

La restauration de LSP/portée note le paradigme selon lequel des ressources de restauration peuvent être pré-calculées, signalées, et choisies a priori, mais pas inter-connectées pour restaurer un LSP/portée actif. L'établissement complet du LSP/portée de restauration ne se produit qu'après une défaillance du LSP/portée actif, et requiert de la signalisation supplémentaire.

La protection et la restauration exigent toutes deux de la signalisation. La signalisation pour établir les ressources de récupération et la signalisation associée à l'utilisation du ou des LSP/portées de récupération sont nécessaires.

4.4 Portée de récupération

La récupération peut être appliquée à divers niveaux dans le réseau. Un LSP peut être l'objet de récupération locale (de portée), de segment, et/ou de bout en bout.

La récupération locale (de portée) se réfère à la récupération d'un LSP sur une liaison entre deux nœuds.

La récupération de bout en bout se réfère à la récupération d'un LSP entier de sa source (point d'extrémité du nœud d'entrée) à sa destination (point d'extrémité du nœud de sortie).

La récupération de segment se réfère à la récupération sur une portion du réseau d'un LSP de segment (c'est-à-dire, un SNC dans la terminologie de l'UIT-T) d'un LSP de bout en bout. Une telle récupération protège contre la défaillance de portée et/ou de nœud sur une portion particulière du réseau qui est traversé par un LSP de bout en bout.

4.5 Domaine de récupération

Un domaine de récupération est défini comme un ensemble de nœuds et portées sur lequel un ou plusieurs schémas de récupération sont fournis. Un domaine de récupération desservi par un seul schéma de récupération est appelé un "domaine d'une seule récupération", tandis qu'un domaine de récupération desservi par plusieurs schémas de récupération est appelé un "domaine multi récupérations".

L'opération de récupération est contenue dans le domaine de récupération. Un domaine de récupération GMPLS doit être entièrement contenu dans un domaine GMPLS. Un domaine GMPLS (défini comme un ensemble de nœuds et portées contrôlés par GMPLS) peut contenir plusieurs domaines de récupération.

4.6 Types de récupération

Les différents types de récupération peuvent être classés selon le nombre de LSP/portées de récupération qui protègent un nombre donné de LSP/portées actifs. Les définitions données ci-après sont du point de vue d'un LSP/portée actif qui a besoin d'être protégé par un schéma de récupération.

A. Type 1+1 : protection dédiée

Un LSP/portée de protection dédiée protège exactement un LSP/portée actif, et le trafic normal est dupliqué en permanence au nœud d'entrée sur les deux LSP/portées actif et de protection. Aucun trafic supplémentaire ne peut être porté sur le LSP/portée de protection. Ce type est applicable au LSP/portée de protection, mais pas au LSP/portée de restauration.

B. Type 0:1 : non protégé

Aucun LSP/portée de récupération spécifique ne protège le LSP/portée actif. Cependant, le LSP/portée actif peut potentiellement être restauré par tout chemin/portée de remplacement disponible, avec ou sans chemin de restauration pré-calculé. Noter qu'aucune ressource n'est pré-établie pour ce type de récupération. Ce type est applicable au LSP/portée de restauration, mais pas au LSP/portée de protection. La restauration de portée peut être réalisée, par exemple, en déplaçant tous les LSP transportés sur une portée défaillante à une portée choisie dynamiquement.

C. Type 1:1 : récupération dédiée avec trafic supplémentaire

Un LSP/portée de récupération spécifique protège exactement un LSP/portée actif spécifique, mais le trafic normal est transmis seulement sur un LSP (actif ou de récupération) à la fois. Du trafic supplémentaire peut être transporté en utilisant les ressources du LSP/portée de récupération. Ce type est applicable au LSP/portée de protection et au LSP de restauration, mais pas à la portée de restauration.

D. Type 1:N ($N > 1$) : récupération partagée avec trafic supplémentaire

Un LSP/portée de récupération spécifique est dédié à la protection de jusqu'à N LSP/portées actifs. L'ensemble de LSP/portées actifs est explicitement identifié. Du trafic supplémentaire peut être transporté sur le LSP/portée de récupération. Tous ces LSP/portées doivent commencer et se terminer aux mêmes nœuds.

Parfois, les LSP/portées actifs sont supposés être des ressources disjointes dans le réseau de sorte qu'ils ne partagent aucune probabilité de défaillance, mais ceci n'est pas obligatoire. Évidemment, si plus d'un LSP/portée actif dans l'ensemble de N sont affectés par une ou des défaillances en même temps, le trafic sur une seule de ces LSP/portées défaillantes peut être récupéré sur le LSP/portée de récupération. Noter que N peut être arbitrairement grand (c'est-à-dire, infini). Le choix de N est une décision de politique. Ce type est applicable au LSP/portée de protection et au LSP de restauration, mais pas à la portée de restauration.

Note : une récupération partagée où chaque ressource de récupération peut être partagée par un maximum de X LSP/portées n'est pas défini comme un type de récupération mais comme un schéma de récupération. Le choix de X est une décision, de politique de gestion de ressources.

E. Type M:N ($M, N > 1, N \geq M$) :

Un ensemble de M LSP/portées de récupération spécifiques protège un ensemble de jusqu'à N LSP/portées actifs spécifiques. Les deux ensembles sont explicitement identifiés. Le trafic supplémentaire peut être transporté sur les M LSP/portées de récupération lorsque ils sont disponibles. Tous les LSP/portées doivent commencer et se terminer aux mêmes nœuds. Parfois, les LSP/portées actifs sont supposés être des ressources disjointes dans le réseau afin qu'ils ne partagent pas de probabilité de défaillance, mais ceci n'est pas obligatoire. Évidemment, si plus d'un LSP/portée actif dans l'ensemble de N sont affectés concurremment par des défaillances, le trafic sur seulement M de ces LSP/portées défaillantes peut être récupéré. Noter que N peut être arbitrairement grand (c'est-à-dire, infini). Le choix de N est une décision de politique. Ce type est applicable au LSP/portée de protection et au LSP de restauration, mais pas à la portée de restauration.

4.7 Types de ponts

Un pont est la fonction qui connecte le trafic normal et le trafic supplémentaire au LSP/portée actif et de récupération.

A. Pont permanent

Sous un type 1+1, le pont connecte le trafic normal aux LSP/portées actifs et de protection. Ce type de pont n'est pas applicable aux types de restauration. Il n'y a bien sûr pas de trafic supplémentaire connecté au LSP/portée de récupération.

B. Pont de diffusion

Pour les types 1:N et M:N, le pont connecte en permanence le trafic normal au LSP/portée actif. Dans le cas de commutation de récupération, le trafic normal est connecté en plus au LSP/portée de récupération. Le trafic supplémentaire est soit non connecté, soit connecté au LSP/portée de récupération.

C. Pont sélecteur

Pour les types 1:N et M:N, le pont connecte le trafic normal au LSP/portée actif ou de récupération. Le trafic supplémentaire est soit non connecté, soit connecté au LSP/portée de récupération.

4.8 Types de sélecteur

Un sélecteur est la fonction qui extrait le trafic normal du LSP/portée actif ou de récupération. Le trafic supplémentaire est soit extrait du LSP/portée de récupération, soit n'est pas extrait.

A. Sélecteur sélectif

C'est un sélecteur qui extrait le trafic normal soit du résultat du LSP/portée actif, soit du résultat du LSP/portée de récupération.

B. Sélecteur de fusion

Pour les types de protection 1:N et M:N, le sélecteur extrait en permanence le trafic normal des deux résultats de LSP/portée actif et de récupération. Cela ne fonctionne qu'en combinaison avec un pont sélecteur.

4.9 Nœuds GMPLS de récupération

Ce paragraphe définit les nœuds GMPLS impliqués dans la récupération.

A. Nœud GMPLS d'entrée d'un LSP/segment de bout en bout LSP/portée

Le nœud d'entrée d'un LSP/segment de bout en bout LSP/portée est là où le trafic normal peut être ponté au LSP/segment de bout en bout LSP/portée de récupération. Aussi appelé nœud source dans la terminologie de l'UIT-T.

B. Nœud GMPLS de sortie d'un LSP/segment de bout en bout LSP/portée

Le nœud de sortie d'un LSP/segment de bout en bout LSP/portée est là où le trafic normal peut être choisi du LSP/segment de bout en bout LSP/portée soit actif soit de récupération. Aussi appelé nœud collecteur dans la terminologie de l'UIT-T.

C. Nœud GMPLS intermédiaire d'un LSP/segment de bout en bout

Un nœud sur le chemin du LSP/segment de bout en bout soit actif, soit de récupération entre les nœuds correspondants d'entrée et de sortie. Aussi appelé nœud intermédiaire dans la terminologie de l'UIT-T.

4.10 Mécanisme de commutation

Une commutation est une action qui peut être effectuée au pont et au sélecteur. Cette action est comme suit :

A. Pour le sélecteur :

L'action de sélection du trafic normal provenant du LSP/portée de récupération plutôt que du LSP/portée actif.

B. Pour le pont :

En cas de connexion permanente au LSP/portée actif, l'action de connecter ou déconnecter le trafic normal de ou au LSP/portée de récupération. En cas de connexion non permanente au LSP/portée actif, l'action de connecter le trafic normal au LSP/portée de récupération.

4.11 Opérations de réversion

Une opération de récupération réversible se réfère à une opération de commutation de récupération, où le trafic retourne (ou reste) au LSP/portée actif quand les demandes de commutation sont terminées (c'est-à-dire, quand le LSP/portée actif a récupéré de la défaillance).

Donc, une opération commutation de récupération non réversible est quand le trafic ne retourne pas au LSP/portée actif quand les demandes de commutation sont terminées.

4.12 Rapport de défaillance

Ce paragraphe donne (pour information) plusieurs types de signal couramment utilisés dans les plans de transport pour

rapporter une condition de défaillance. Noter que le rapport de fautes peut exiger des mécanismes de signalisation supplémentaires.

A. Signal de dégradation (SD, *Signal Degrade*) : signal qui indique que les données associées sont dégradées.

B. Signal de défaillance (SF, *Signal Fail*) : signal qui indique que les données associées sont défaillantes.

C. Signal de dégradation de groupe (SDG, *Signal Degrade Group*) : signal qui indique que les données de groupe associées sont dégradées.

D. Signal de défaillance de groupe (SFG, *Signal Fail Group*) : signal qui indique que le groupe associé est défaillant.

Note : les définitions de SDG et SFG sont en discussion à l'UIT-T.

4.13 Commandes externes

Ce paragraphe définit plusieurs commandes externes, normalement produites par un opérateur par le système de gestion de réseau (NMS, *Network Management System*)/système de gestion d'éléments (EMS, *Element Management System*) qui peut être utilisé pour influencer ou commander les schémas de récupération.

A. Interdiction de LSP/portée de récupération :

Action de configuration, initiée en externe, qui résulte en ce que le LSP/portée de récupération est temporairement indisponible pour transporter le trafic (normal ou supplémentaire).

B. Interdiction de trafic normal :

Action de configuration, initiée en externe, qui résulte en ce que l'acheminement du trafic normal est temporairement interdit sur son LSP/portée de récupération. Noter que dans ce cas le trafic supplémentaire est encore permis sur le LSP/portée de récupération.

C. Gel :

Action de configuration, initié en externe, qui empêche toute action de commutation, et, à ce titre gèle l'état en cours.

D. Commutation forcée pour le trafic normal :

Action de commutation, initiée en externe, qui commute le trafic normal sur le LSP/portée de récupération, sauf si une commande de commutation de priorité de niveau égal ou supérieur est en vigueur.

E. Commutation manuelle pour le trafic normal :

Action de commutation, initiée en externe, qui commute le trafic normal sur le LSP/portée de récupération, sauf si une condition de faute existe sur d'autres LSP/portées (incluant le LSP/portée de récupération) ou si une commande de commutation de priorité de niveau égal ou supérieur est en vigueur.

F. Commutation manuelle pour le LSP/portée de récupération :

Action de commutation, initiée en externe, qui commute le trafic normal sur le LSP/portée actif, sauf si une condition de faute existe sur le LSP/portée actif ou si une commande de commutation de priorité de niveau égal ou supérieur est en vigueur.

G. Suppression : Action, initiée en externe, qui supprime la commande active externe.

4.14 Commutation de récupération unidirectionnelle et bidirectionnelle

A. Commutation de récupération unidirectionnelle :

Mode de commutation de récupération dans lequel, pour une faute unidirectionnelle (c'est-à-dire, une faute qui affecte seulement une direction de transmission) seul le trafic normal transporté dans la direction affectée (du LSP ou portée) est commuté sur le LSP/portée de récupération.

B. Commutation de récupération bidirectionnelle :

Mode de commutation de récupération dans lequel, pour une faute unidirectionnelle, le trafic normal dans les deux directions (du LSP ou portée) incluant la direction affectée et la direction non affectée, est commuté sur le LSP/portée de récupération.

4.15 Commutation de récupération de portée complète ou partielle

La récupération globale de LSP est initiée à réception d'une notification de défaillance de portée ou d'une notification de défaillance globale des S LSP portés par cette portée. Dans l'un et l'autre cas, les actions correspondantes de commutation de récupération sont effectuées au niveau du LSP, car le ratio entre le nombre de messages de commutation de récupération et le nombre de LSP récupérés (dans une direction donnée) est minimisé. Si ce ratio est égal à 1, on se réfère à une pleine récupération de portée ; autrement, si ce ratio est supérieur à 1, on se réfère à une récupération partielle de portée.

A. Pleine récupération de portée

Tous les S LSP portés sur une certaine portée sont récupérés sous une condition de défaillance de portée. La pleine récupération de portée est aussi appelée "récupération totale".

B. Récupération partielle de portée

Seul un sous ensemble des S LSP portés sur une certaine portée sont récupérés sous une condition de défaillance de portée. Les critères de choix des entités appartenant à ce sous ensemble, et la décision concernant la récupération des LSP restants (S - s) sont tous deux fondés sur la politique locale.

4.16 Temps et durées relatifs aux schémas de récupération

Ce paragraphe donne plusieurs définitions des temps qui ont de l'importance pour les schémas de récupération.

A. Moment de détection :

Le temps entre l'occurrence de la faute ou dégradation et sa détection. Noter que c'est un temps assez théorique parce que, en pratique, il est difficile à mesurer.

B. Temps de corrélation :

Temps entre la détection de la faute ou dégradation et le rapport de défaillance ou dégradation du signal. Ce temps est normalement utilisé pour corrélérer les défaillances ou dégradations en cause.

C. Temps de notification :

Temps entre le rapport de la défaillance ou dégradation du signal et la réception de l'indication de cet événement par les entités qui décident de la ou des opérations de commutation de récupération.

D. Temps de commutation de récupération :

Temps entre l'initialisation de l'opération de commutation de récupération et le moment où le trafic normal est choisi à partir du LSP/portée de récupération.

E. Temps total de récupération :

Le temps total de récupération est défini comme la somme des temps de détection, de corrélation, de notification, et de commutation de récupération.

F. Temps d'attente de restauration :

Période qui doit s'écouler après une faute récupérée avant qu'un LSP/portée puisse être utilisé à nouveau pour transporter le trafic normal et/ou pour en sélectionner le trafic normal.

Note : le temps de garde est défini comme le temps entre le rapport de la défaillance ou dégradation du signal et l'initialisation de l'opération de commutation de récupération. C'est utile quand plusieurs couches de récupération sont utilisées.

4.17 Dégradation

Défaut ou dégradation des performances, qui peut conduire au déclenchement de SF ou SD.

4.18 Ratio de récupération

Quotient de la bande passante de récupération réelle divisée par la bande passante du trafic qui est destiné à être protégé.

4.19 Commutation de protection sans à-coups

Commutation de protection, qui ne cause pas de perte de données, de duplication des données, de changement de l'ordre des données, ou d'erreurs binaires lors d'une action de commutation de récupération.

4.20 Survivabilité du réseau

Ensemble de capacités qui permettent à un réseau de restaurer le trafic affecté en cas de défaillance. Le degré de survivabilité est déterminé par la capacité du réseau à survivre à une seule et plusieurs défaillances.

4.21 Réseau survivable

Réseau qui est capable de restaurer le trafic en cas de défaillance.

4.22 Escalade

Action de survivabilité du réseau causée par l'impossibilité de la fonction de survivabilité dans les couches inférieures.

5. Phases de récupération

Il y a un consensus général sur le fait que la récupération implique que les opérations génériques suivantes doivent être effectuées quand se produit une défaillance de LSP/portée ou d'un nœud :

- Phase 1 : Détection de défaillance

L'action de détecter la dégradation (défaut ou dégradation de performances) comme une condition de défaut et l'activation subséquente du déclenchement de SF ou SD au plan de contrôle (à travers l'interface interne avec le plan de transport). Donc, la détection de défaillance (qui devrait survenir à la couche de transport la plus proche de la défaillance) est la seule phase qui ne peut pas être réalisée par le seul plan de contrôle.

- Phase 2 : Localisation (et isolation) de défaillance

La localisation de défaillance fournit, à l'entité décideuse, les informations sur la localisation (et donc l'identité) de l'entité de plan de transport qui cause la défaillance du ou des LSP/portées. L'entité décideuse peut alors prendre une décision précise pour réaliser une ou des actions de commutation de récupération d'une granularité plus fine.

- Phase 3 : Notification de défaillance

La phase de notification de défaillance est utilisée 1) pour informer les nœuds intermédiaires qu'une défaillance du ou des LSP/portées s'est produite et a été détectée et 2) pour informer les entités décideuses de récupération (qui peuvent correspondre à tout point intermédiaire ou d'extrémité du LSP/portée défaillant) que le LSP/portée correspondant n'est pas disponible.

- Phase 4 : Récupération (protection ou restauration)

Voir au paragraphe 4.3.

- Phase 5 : Réversion (normalisation)

Voir au paragraphe 4.11.

La combinaison de la détection de défaillance et de la localisation et notification de défaillance est appelé la gestion de fautes.

5.1 Entités impliquées dans la récupération

Les entités impliquées dans les opérations de récupération peuvent être définies comme suit ; ces entités font partie des nœuds d'entrée, de sortie, et intermédiaires, comme défini précédemment :

A. Entité détectrice (détection de défaillance) :

Entité qui détecte une défaillance ou groupe de défaillances; fournissant donc une liste non corrélée de défaillances.

B. Entité rapporteuse (Corrélation et notification de défaillance) :

Entité qui peut prendre une décision intelligente sur la corrélation de faute et rapporter la défaillance à l'entité décideuse. Le rapport de faute peut être effectué automatiquement par l'entité décideuse qui détecte la défaillance.

C. Entité décideuse (partie du processus de décision de récupération de défaillance) :

Entité qui prend la décision de récupération ou choisit les ressources de récupération. Cette entité communique la décision aux LSP/portées impactés avec les actions de récupération à effectuer.

D. Entité récupératrice (partie du processus d'activation de récupération de défaillance) :

Entité qui participe à la récupération des LSP/portées.

Le processus de déplacement des LSP défaillants d'une portée (active) défaillante à une portée de protection doit être initié par un des nœuds qui termine la portée, par exemple, A ou B. L'entité décideuse (et récupératrice) est appelée le "maître", tandis que l'autre nœud est appelé "l'esclave" et correspond à une entité seulement récupératrice.

Note : la détermination du maître et de l'esclave peut être fondée sur des informations configurées ou sur des exigences spécifiques du protocole.

6. Schémas de protection

Cette Section précise plusieurs schémas de protection possibles et la terminologie spécifique pour la protection.

6.1 Protection 1+1

La protection 1+1 a un LSP/portée actif, un LSP/portée de protection, et un pont permanent. Au nœud d'entrée, le trafic normal est ponté en permanence sur les deux LSP/portée actif et de protection. Au nœud de sortie, le trafic normal est choisi en provenance du meilleur des deux LSP/portées.

Du fait du pontage permanent, la protection 1+1 ne permet pas que soit fourni un signal de trafic supplémentaire non protégé.

6.2 Protection 1:N ($N \geq 1$)

La protection 1:N a N LSP/portées actifs qui portent le trafic normal et 1 LSP/portée de protection qui peut porter le trafic supplémentaire.

À l'entrée, le trafic normal est soit connecté en permanence à son LSP/portée actif et peut être connecté au LSP/portée de protection (cas du pont de diffusion) soit est connecté à son LSP/portée actif ou au LSP/portée de protection (cas du pont de sélecteur). Au nœud de sortie, le trafic normal est choisi soit de son LSP/portée actif soit du LSP/portée de protection.

Le trafic supplémentaire non protégé peut être transporté sur le LSP/portée de protection chaque fois que le LSP/portée de protection n'est pas utilisé pour porter un trafic normal.

6.3 Protection M:N ($M, N > 1, N \geq M$)

La protection M:N a N LSP/portées actifs portant le trafic normal et M LSP/portée de protection qui peuvent porter le trafic supplémentaire.

À l'entrée, le trafic normal est soit connecté en permanence à son LSP/portée actif et peut être connecté à un des LSP/portées de protection (cas du pont de diffusion) soit est connecté à son LSP/portée actif ou à un des LSP/portées de protection (cas du pont de sélecteur). Au nœud de sortie, le trafic normal est choisi en provenance soit de son LSP/portée actif soit d'un LSP/portée de protection.

Le trafic supplémentaire non protégé peut être transporté sur les M LSP/portées de protection chaque fois que le LSP/portées de protection n'est pas utilisé pour porter un trafic normal.

6.4 Notes sur les schémas de protection

Tous les types de protection sont soit unidirectionnels, soit bidirectionnels ; évidemment, ce dernier cas s'applique seulement aux LSP/portées bidirectionnels et exige la coordination entre les nœuds d'entrée et de sortie durant la commutation de protection.

Tous les types de protection sauf la commutation de protection 1+1 unidirectionnelle exigent un canal de communication entre le nœud d'entrée et le nœud de sortie.

Dans le contexte de GMPLS, la protection de portée se réfère à la récupération de portée pleine ou partielle des LSP portés sur cette portée (voir le paragraphe 4.15).

7. Schémas de restauration

Cette Section précise plusieurs schémas possibles de restauration et la terminologie spécifique pour la restauration.

7.1 Restauration de LSP pré-programmée

Aussi appelée réacheminement pré-programmé de LSP. Avant la détection et/ou notification de défaillance, un ou plusieurs LSP de restauration sont instanciés entre la même paire de nœuds d'entrée et de sortie que le LSP actif. Noter que les ressources de restauration doivent être pré-calculées, doivent être signalées, et peuvent être choisies a priori, mais peuvent n'être pas inter-connectées. Donc, le LSP de restauration n'est pas capable de porter du trafic supplémentaire.

L'établissement complet du LSP de restauration (c'est-à-dire, l'activation) se produit seulement après la détection et/ou notification de défaillance du LSP actif et exige de la signalisation de restauration supplémentaire. Donc, ce mécanisme protège contre les défaillances de LSP actif mais exige l'activation du LSP de restauration après la survenance de la défaillance. Après que le nœud d'entrée a activé le LSP de restauration, ce dernier peut porter le trafic normal.

Note : quand chaque LSP actif est récupérable par exactement un LSP de restauration, on l'appelle aussi un réacheminement 1:1 (pré-programmé) sans trafic supplémentaire.

7.1.1 Restauration de maillage partagé

La restauration en "maillage partagé" est définie comme un cas particulier de réacheminement pré-programmé de LSP qui réduit les exigences de ressources de restauration en permettant que plusieurs LSP de restauration (initiés à partir de nœuds d'entrée distincts) partagent des ressources communes (incluant des liaisons et nœuds.)

7.2 Restauration de LSP

Aussi appelée réacheminement de LSP. Le nœud d'entrée commute le trafic normal sur un LSP de remplacement qui est signalé et pleinement établi (c'est-à-dire, inter-connecté) après la détection et/ou notification de défaillance. Le chemin du LSP de remplacement peut être calculé après la détection et/ou notification de défaillance. Dans ce cas, on se réfère aussi à un "plein réacheminement de LSP".

Le LSP de remplacement est signalé à partir du nœud d'entrée et peut réutiliser les ressources du nœud intermédiaire du LSP actif dans les conditions de défaillance (et peut aussi inclure des nœuds intermédiaires supplémentaires).

7.2.1 Restauration dure de LSP

Aussi appelé réacheminement dur de LSP. C'est une opération de réacheminement où le LSP est libéré avant le plein établissement d'un LSP de remplacement (c'est-à-dire, casser avant de faire).

7.2.2 Restauration douce de LSP

Aussi appelé réacheminement doux de LSP. C'est une opération de réacheminement où le LSP est libéré après le plein établissement d'un LSP de remplacement (c'est-à-dire, faire avant de casser).

8. Considérations sur la sécurité

Les considérations sur la sécurité sont détaillées dans la [RFC4428] et la [RFC4426].

9. Références

9.1 Références normatives

[RFC2119] S. Bradner, "[Mots clés à utiliser](#) dans les RFC pour indiquer les niveaux d'exigence", BCP 14, mars 1997. (MàJ par [RFC8174](#))

9.2 Références pour information

[RFC3386] W. Lai, éd., D. McDysan, éd., "Hiérarchie de réseau et résilience multicouche", novembre 2002. (*Information*)

[RFC3945] E. Mannie, éd., "Architecture de [commutation d'étiquettes multi-protocoles généralisée](#) (GMPLS)", octobre 2004. (*P.S.*)

[RFC4426] J. Lang et autres, "[Spécification fonctionnelle de récupération](#) du protocole généralisé de commutation d'étiquettes multiprotocoles (GMPLS)", mars 2006. (*P.S.*)

[RFC4428] D. Papadimitriou et autres, "Analyse des mécanismes de récupération fondés sur le protocole généralisé de commutation d'étiquettes multiprotocoles (GMPLS) (y compris la protection et la restauration)", mars 2006. (*Info.*)

Pour des informations sur la disponibilité des documents suivants, voir à <http://www.itu.int>

[G.808.1] Recommandation UIT-T G.808.1, "Commutation de protection générique – protection de chemin linéaire et de sous réseau", décembre 2003.

[G.841] Recommandation UIT-T G.841, "Types et caractéristiques des architectures de protection de réseau SDH", octobre 1998.

10. Remerciements

Un grand merci à Adrian Farrel qui a fait une relecture approfondie de ce document.

Adresse des éditeurs

Eric Mannie
Perceval
Rue Tenbosch, 9
1000 Brussels, Belgium
téléphone : +32-2-6409194
mél : eric.mannie@perceval.net

Dimitri Papadimitriou
Alcatel
Francis Wellesplein, 1
B-2018 Antwerpen, Belgium
téléphone : +32 3 240-8491
mél : dimitri.papadimitriou@alcatel.be

Déclaration complète de droits de reproduction

Copyright (C) The IETF Trust (2006).

Le présent document est soumis aux droits, licences et restrictions contenus dans le BCP 78, et à www.rfc-editor.org, et sauf pour ce qui est mentionné ci-après, les auteurs conservent tous leurs droits.

Le présent document et les informations contenues sont fournis sur une base "EN L'ÉTAT" et le contributeur, l'organisation qu'il ou elle représente ou qui le/la finance (s'il en est), la INTERNET SOCIETY et la INTERNET ENGINEERING TASK FORCE déclinent toutes garanties, exprimées ou implicites, y compris mais non limitées à toute garantie que l'utilisation des informations encloses ne viole aucun droit ou aucune garantie implicite de commercialisation ou d'aptitude à un objet particulier.

Propriété intellectuelle

L'IETF ne prend pas position sur la validité et la portée de tout droit de propriété intellectuelle ou autres droits qui pourrait être revendiqués au titre de la mise en œuvre ou l'utilisation de la technologie décrite dans le présent document ou sur la mesure dans laquelle toute licence sur de tels droits pourrait être ou n'être pas disponible ; pas plus qu'elle ne prétend avoir accompli aucun effort pour identifier de tels droits. Les informations sur les procédures de l'ISOC au sujet des droits dans les documents de l'ISOC figurent dans les BCP 78 et BCP 79.

Des copies des dépôts d'IPR faites au secrétariat de l'IETF et toutes assurances de disponibilité de licences, ou le résultat de tentatives faites pour obtenir une licence ou permission générale d'utilisation de tels droits de propriété par ceux qui mettent en œuvre ou utilisent la présente spécification peuvent être obtenues sur répertoire en ligne des IPR de l'IETF à <http://www.ietf.org/ipr> .

L'IETF invite toute partie intéressée à porter son attention sur tous copyrights, licences ou applications de licence, ou autres droits de propriété qui pourraient couvrir les technologies qui peuvent être nécessaires pour mettre en œuvre la présente norme. Prière d'adresser les informations à l'IETF à ietf-ipr@ietf.org.

Remerciement

Le financement de la fonction d'édition des RFC est fourni par l'activité de soutien administratif (IASA) de l'IETF.