

Union internationale des télécommunications

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.808.3

(10/2012)

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

Réseaux numériques – Généralités

**Commutation de protection générique –
Protection maillée partagée**

Recommandation UIT-T G.808.3

UIT-T



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
Généralités	G.800–G.809
Objectifs de conception pour les réseaux numériques	G.810–G.819
Synchronisation, objectifs de qualité et de disponibilité	G.820–G.829
Fonctions et capacités du réseau	G.830–G.839
Caractéristiques des réseaux à hiérarchie numérique synchrone	G.840–G.849
Gestion du réseau de transport	G.850–G.859
Intégration des systèmes satellitaires et hertziens à hiérarchie numérique synchrone	G.860–G.869
Réseaux de transport optiques	G.870–G.879
SECTION NUMÉRIQUE ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES	G.900–G.999
QUALITÉ DE SERVICE ET DE TRANSMISSION MULTIMÉDIA – 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
RÉSEAUX D'ACCÈS	G.9000–G.9999

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

Recommandation UIT-T G.808.3

Commutation de protection générique – Protection maillée partagée

Résumé

La Recommandation UIT-T G.808.3 donne un aperçu des aspects génériques d'un mécanisme de protection maillée partagée (SMP) pour les réseaux de couche en mode connexion qui ne dépend pas de la présence d'un plan de commande. Le mécanisme SMP offre une méthode de partage des ressources dans le réseau maillé permettant d'assurer la protection contre une ou plusieurs défaillances dans le réseau.

Historique

Edition	Recommandation	Approbation	Commission d'études	ID unique*
1.0	ITU-T G.808.3	2012-10-29	15	11.1002/1000/11788

* Pour accéder à la Recommandation, reporter cet URL <http://handle.itu.int/> dans votre navigateur Web, suivi de l'identifiant unique, par exemple <http://handle.itu.int/11.1002/1000/11830-en>.

AVANT-PROPOS

L'Union internationale des télécommunications (UIT) est une institution spécialisée des Nations Unies dans le domaine des télécommunications et des technologies de l'information et de la communication (ICT). Le Secteur de la normalisation des télécommunications (UIT-T) 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 avait 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 2017

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..... 1
3	Définitions 1
3.1	Termes définis ailleurs 1
3.2	Termes définis dans la présente Recommandation 2
4	Abréviations et acronymes 2
5	Conventions 3
6	Aperçu..... 3
6.1	Topologies maillées..... 3
6.2	Considérations relatives à l'efficacité des capacités 4
7	Types d'architecture SMP 4
7.1	Aperçu de l'architecture SMP 4
8	Types de commutation..... 10
9	Types de fonctionnement..... 10
10	Trafic non protégé et non réservable (NUT) et trafic supplémentaire..... 11
11	Commutation automatique..... 11
12	Principe de préemption 11
13	Surveillance de l'état du trajet..... 11
14	Protocole de commutation de protection automatique (APS) 12
	Annexe A – Objectifs..... 13
	Appendice I – Scénarios SMP 15
	I.1 Exemple de scénario SMP simple 15
	I.2 Protection SMP dans un réseau maillé 15
	Appendice II – Aperçu du fonctionnement du rétablissement de maillage partagé et de la protection maillée partagée (SMP) 20
	Bibliographie..... 21

Recommandation UIT-T G.808.3

Commutation de protection générique – Protection maillée partagée

1 Domaine d'application

La présente Recommandation donne un aperçu des aspects génériques d'un mécanisme de protection maillée partagée (SMP) pour les réseaux de couche en mode connexion qui ne dépend pas de la présence d'un plan de commande. Ce mécanisme est conçu pour les architectures de réseaux maillées, qui permettent d'utiliser plus efficacement les ressources de protection. Cette méthode de protection fondée sur le trajet se caractérise avant tout par le recours au calcul et à l'attribution préalables des ressources pour optimiser la vitesse de rétablissement. Les mécanismes de protection maillée partagée propres aux différentes technologies seront définis dans des Recommandations se rapportant à ces technologies.

2 Références

Les Recommandations UIT-T et autres références suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions de la présente Recommandation. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Les Recommandations et autres références étant sujettes à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont invités à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des Recommandations et autres références énumérées ci-dessous. Une liste des Recommandations UIT-T en vigueur est publiée périodiquement. 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.780] Recommandation UIT-T G.780/Y.1351 (2010), *Termes et définitions des réseaux à hiérarchie numérique synchrone (SDH)*.
- [UIT-T G.805] Recommandation UIT-T G.805 (2000), *Architecture fonctionnelle générique des réseaux de transport*.
- [UIT-T G.806] Recommandation UIT-T G.806 (2006), *Caractéristiques des équipements de transport – Méthodologie de description et fonctionnalité générique*.
- [UIT-T G.808.1] Recommandation UIT-T G.808.1 (2010), *Commutation de protection générique – Protection linéaire des chemins et des sous-réseaux*.
- [UIT-T G.870] Recommandation UIT-T G.870/Y.1352 (2010), *Termes et définitions pour les réseaux de transport optiques*.

3 Définitions

3.1 Termes définis ailleurs

La présente Recommandation utilise les termes suivants définis ailleurs:

3.1.1 Terme se rapportant à des actions

3.1.1.1 commutation [UIT-T G.870]

3.1.2 Termes se rapportant à des composants

3.1.2.1 pont [UIT-T G.870]

3.1.2.2 sélecteur [UIT-T G.870]

- 3.1.2.3 **noeud intermédiaire** [UIT-T G.870]
- 3.1.3 **Termes se rapportant à des défaillances**
 - 3.1.3.1 **dégradation de signal (SD)** [UIT-T G.805]
 - 3.1.3.2 **défaillance de signal (SF)** [UIT-T G.805]
- 3.1.4 **Terme se rapportant à l'architecture**
 - 3.1.4.1 **architecture (de protection) m:n** [UIT-T G.870]
- 3.1.5 **Terme se rapportant au fonctionnement**
 - 3.1.5.1 **fonctionnement (de protection) réversible** [UIT-T G.870]
- 3.1.6 **Termes se rapportant aux signaux**
 - 3.1.6.1 **signal de trafic** [UIT-T G.870]
 - 3.1.6.2 **signal de trafic normal** [UIT-T G.870]
 - 3.1.6.3 **signal de trafic supplémentaire** [UIT-T G.870]
- 3.1.7 **Termes se rapportant à la commutation**
 - 3.1.7.1 **commutation (de protection) bidirectionnelle** [UIT-T G.780]
 - 3.1.7.2 **commutation (de protection) unidirectionnelle** [UIT-T G.780]
- 3.1.8 **Termes se rapportant aux entités de transport**
 - 3.1.8.1 **liaison** [UIT-T G.805]
 - 3.1.8.2 **entité de transport** [UIT-T G.870]
 - 3.1.8.3 **entité de transport de protection** [UIT-T G.870]
 - 3.1.8.4 **entité de transport en service** [UIT-T G.870]
- 3.1.9 **protection** [UIT-T G.870]
- 3.1.10 **rétablissement** [UIT-T G.870]
- 3.1.11 **événement de commutation** [UIT-T G.870]

3.2 Termes définis dans la présente Recommandation

La présente Recommandation définit les termes suivants:

- 3.2.1 **segment de protection:** liaison entre deux noeuds SMP sur une entité de transport de protection.
- 3.2.2 **protection maillée partagée:** une architecture de protection maillée partagée (SMP) fait appel à de multiples signaux de trafic normaux, où chaque signal a une entité de transport en service correspondante et une ou plusieurs entités de transport de protection, dans un réseau maillé. Dans une architecture SMP, les ressources de protection sont partagées entre deux entités de transport de protection ou plus. Seule une de ces entités de transport de protection peut utiliser les ressources de protection partagée à un moment donné.
- 3.2.3 **segment de protection partagée:** liaison entre deux noeuds SMP, pour laquelle la ressource de bande passante sur la liaison est partagée par de multiples entités de transport de protection.

4 Abréviations et acronymes

La présente Recommandation utilise les abréviations et acronymes suivants:

APS	commutation automatique de protection (<i>automatic protection switching</i>)
NUT	trafic non protégé et non réservable (<i>non-pre-emptible unprotected traffic</i>)
OTN	réseau de transport optique (<i>optical transport network</i>)
P	protection
SD	dégradation de signal (<i>signal degrade</i>)
SDH	hiérarchie numérique synchrone (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
SF	défaillance de signal (<i>signal fail</i>)
SMP	protection maillée partagée (<i>shared mesh protection</i>)
W	en service (<i>working</i>)

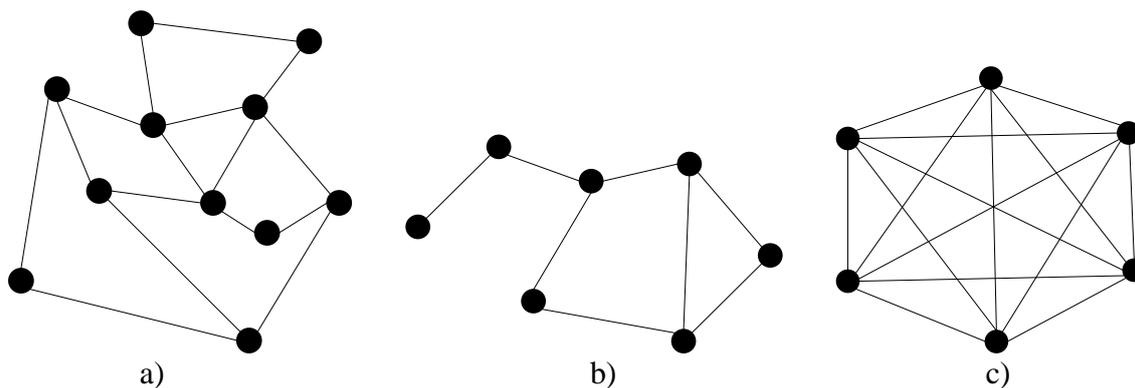
5 Conventions

Aucune.

6 Aperçu

6.1 Topologies maillées

Dans un réseau de transport maillé, chaque noeud du réseau est interconnecté par au moins deux liaisons dont les extrémités distantes sont situées sur des noeuds différentes (voir l'exemple a) dans la Figure 1). Il est à noter que bien que le réseau de transport général puisse contenir des noeuds qui ne respectent pas cette condition (voir les deux noeuds de gauche dans l'exemple b) de la Figure 1), on ne considèrera pas que ces noeuds appartiennent à la partie du réseau de transport définie comme étant maillée. Dans la topologie entièrement maillée, chaque noeud est directement connecté à tous les autres noeuds (voir l'exemple c) de la Figure 1).



1-a: Exemple de réseau maillé

1-b: Exemple de réseau, dont une partie seulement est maillée

1-c: Exemple de réseau entièrement maillé

Figure 1 – Exemples de réseau maillé

La plupart des réseaux de transport maillés ne sont que partiellement maillés (comme dans l'exemple a) de la Figure 1), certains noeuds étant entièrement maillés et d'autres connectés à un ou plusieurs noeuds, mais pas à tous les noeuds (en d'autres termes, leur nombre maximal est inférieur au nombre total de noeuds – 1). Si les topologies de réseau entièrement maillées offrent les meilleures capacités de survie en cas de défaillance, elles offrent la plus grande redondance concernant les ressources de transport. La plupart des réseaux de transport maillés ne sont qu'en partie maillés et exigent généralement des noeuds intermédiaires traversants pour aller de chaque noeud à tous les autres noeuds.

6.2 Considérations relatives à l'efficacité des capacités

Un plus grand partage des ressources de protection dans les architectures de réseau maillé permet par définition de réduire les coûts liés au réseau, moyennant la suppression de ressources de protection dédiées. Ces architectures pourront en outre être conçues en fonction du niveau de "protection garantie" et d'efficacité des capacités que souhaite l'opérateur, conformément aux niveaux de service proposés. Il est possible de mesurer l'efficacité des capacités dans les architectures de réseau maillé de plusieurs manières, notamment comme indiqué dans [b-BLTJ.1999]:

- i) Part des demandes qui peuvent être protégées vu les capacités du réseau, les demandes point à point et le trajet de service pour chaque demande.
- ii) Capacités de réseau nécessaires pour assurer une protection à 100% vu les demandes point à point et le trajet de service pour chaque demande; ou
- iii) Capacités totales de réseau pour les trajets de service et de protection vu les demandes point à point et la protection à 100% fournie.

La première approche consiste à trouver des trajets de protection pour le plus grand nombre possible de demandes dans les limites des capacités de liaison d'un réseau existant. Elle est différente des deux autres approches, qui reposent sur l'hypothèse que la planification des capacités est en cours pour assurer la protection à 100% de toutes les demandes.

Il est à noter qu'à un certain moment, le niveau souhaité d'optimisation des ressources de réseau (entraînant une capacité de liaison insuffisante) devient inversement proportionnel au niveau de "protection garantie" qui peut être offert. Dans la pratique, lorsque les capacités sont limitées, il faut être capable d'établir un ordre de priorité entre les demandes et de veiller à ce que des trajets de protection soient toujours attribués aux demandes associées à des exigences importantes en matière de disponibilité.

Dans la présente Recommandation, on s'attache à obtenir la plus grande protection possible compte tenu des capacités d'un réseau donné, y compris moyennant des mécanismes permettant d'établir un ordre de priorité entre les demandes afin de faire en sorte que des trajets de protection soient attribués aux demandes associées à des exigences importantes en matière de disponibilité.

7 Types d'architecture SMP

7.1 Aperçu de l'architecture SMP

Il est possible d'utiliser une architecture SMP dans les réseaux de transport entièrement ou partiellement maillés, comme notamment, mais pas uniquement, les réseaux longue distance et métropolitains. En fonction du degré d'interconnexion entre les noeuds du réseau, la protection SMP peut améliorer considérablement l'utilisation des ressources de réseau, par rapport à d'autres mécanismes de protection 1:1.

Dans une architecture SMP, de multiples signaux de trafic normaux ont chacun une entité de transport en service et une ou plusieurs entités de transport de protection qui leur sont associées. L'architecture SMP repose sur une protection m:1 (où m peut être égal ou supérieur à un).

Dans l'architecture SMP m:1, chaque entité de transport en service est protégée par m entités de transport de protection. Dans cette architecture, l'entité de transport en service peut être protégée lorsqu'une des m entités de transport de protection est disponible.

Chaque entité de transport de protection est composée d'un ou de multiples segments de protection. La bande passante de chaque segment de protection peut être partagée par de multiples entités de transport de protection. Pour éviter qu'une défaillance du réseau entraîne l'interruption du signal de trafic normal protégé, il est recommandé que toutes les entités de transport en service partageant des ressources de protection soient dissociées.

La bande passante partagée utilisée pour le segment de protection devrait être capable de prendre en charge la plus grande des entités de transport de protection correspondantes.

NOTE – Les ressources de protection et l'information des entités de transport de protection sont préconfigurées grâce à un plan de commande ou de gestion, mais la description détaillée du processus de préconfiguration ne relève pas de la présente Recommandation. Le mécanisme de rétablissement de maillage (partagé) fondé sur un plan de commande n'entre pas non plus dans le cadre de la présente Recommandation.

La Figure 2 donne un exemple d'une architecture SMP m:1 simple, avec deux entités de transport en service, à savoir W1 (A-B) et W2 (E-F). Dans cet exemple, les entités de transport de protection ont été configurées comme suit:

- Pour l'entité W1, il existe deux entités de transport de protection P1 (A-C-D-B) et P1' (A-G-H-B).
- Pour l'entité W2, il existe une entité de transport de protection P2 (E-C-D-F).

Si une défaillance de l'entité W2 est détectée, l'entité de transport de protection correspondante P2 sera activée afin de transmettre le trafic. Etant donné que la bande passante prévue pour le segment de protection PS3 est entièrement occupée par l'entité P2, l'entité de transport de protection P1 n'a pas de capacité de protection pour assurer la protection de l'entité de transport en service W1, mais il est possible d'utiliser l'autre entité de transport de protection P1' pour protéger l'entité de transport en service W1.

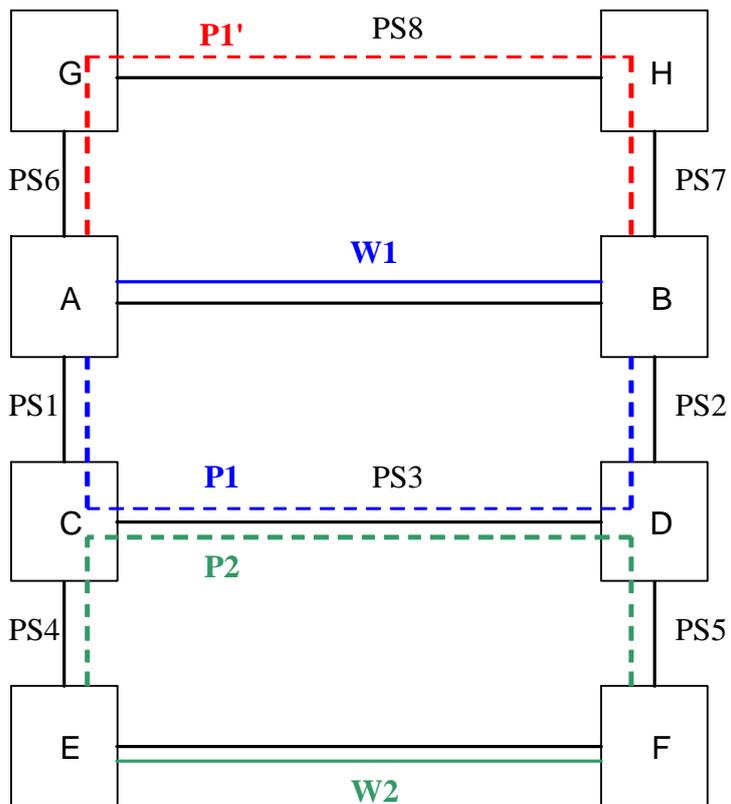


Figure 2 – Exemple d'architecture SMP m:1

La Figure 3 montre un exemple d'architecture SMP m:1 simple où m = 1.

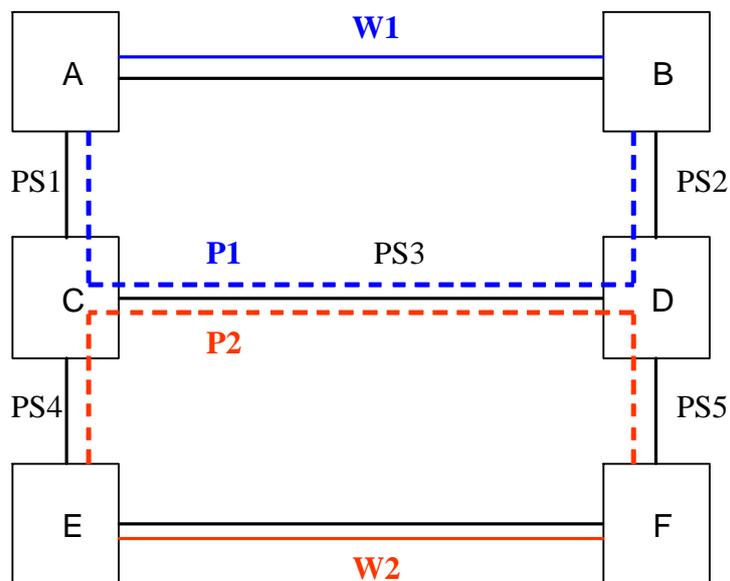
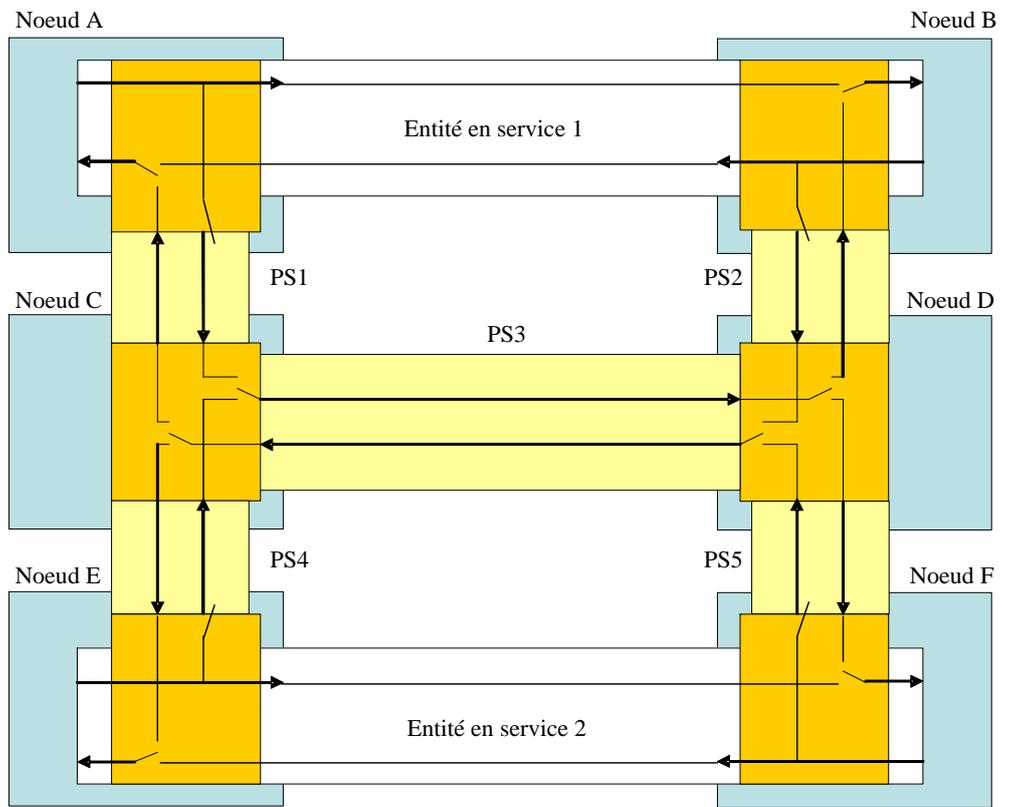


Figure 3 – Exemple d'architecture SMP 1:1

7.1.1 Architecture SMP pour les réseaux à commutation de circuits

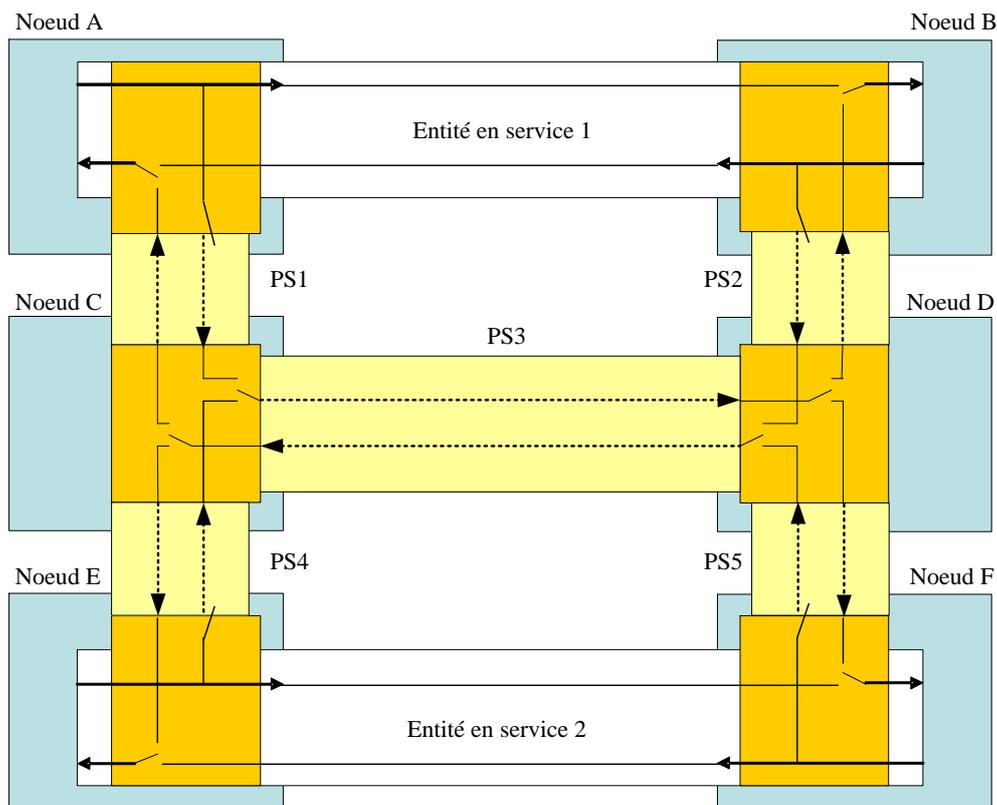
Dans les réseaux à commutation de circuits (par exemple, réseaux SDH/OTN), les brasseurs dans les noeuds intermédiaires de l'entité de transport de protection ne peuvent être préétablis lorsque le segment de protection est partagé par de multiples entités de transport de protection. Dans ce cas, les noeuds intermédiaires doivent établir les brasseurs pour l'entité de transport de protection lorsqu'une défaillance est détectée pour l'entité de transport en service protégée.

Les points d'extrémité de chaque entité de transport en service devraient être dotés de fonctions de surveillance pour surveiller l'état de l'entité de transport en service. La détection de l'état défaillance de signal/dégradation de signal (SF/SD) déclenchera la procédure de commutation de protection. Parallèlement, les noeuds situés le long de l'entité de transport de protection devraient également être dotés de fonctions de surveillance pour surveiller l'état des ressources de chaque segment de protection. L'état le plus défavorable parmi les états des segments de protection situés le long d'une entité de transport de protection sera notifié aux points d'extrémité. Si l'état de l'entité de transport de protection est moins bon que celui de l'entité de transport en service, les points d'extrémité devraient empêcher la commutation du signal de trafic normal vers l'entité de transport de protection.



Contrôleur de brasseur
 Segment de protection

a) Architecture SMP pour les réseaux à commutation de circuits avec brasseurs préétablis



Contrôleur de brasseur
 Segment de protection

b) Architecture SMP pour les réseaux à commutation de circuits sans brasseurs préétablis

Figure 4 – Exemples d'architecture SMP pour un réseau à commutation de circuits

La Figure 4 décrit l'architecture SMP pour un réseau à commutation de circuits. Les brasseurs dans les noeuds intermédiaires des entités de transport de protection ne sont pas préétablis. Il se peut que les connexions de liaison ne soient pas attribuées avant qu'une défaillance soit détectée, comme le montre le schéma b) de la Figure 4.

Les points d'extrémité (par exemple, noeud A/B, noeud E/F) surveilleront l'état de l'entité en service 1 (W1) et de l'entité en service 2 (W2). Les noeuds situés le long des deux entités de transport de protection (P1 et P2) surveilleront l'état de chacune de ces entités.

Lorsqu'une dégradation ou une défaillance est détectée pour l'entité de transport en service W1 et si l'état de l'entité de transport de protection est disponible, dès qu'il reçoit le signal APS, le noeud C doit établir le brasseur entre les segments PS1 et PS3 et le noeud D doit établir le brasseur entre les segments PS3 et PS2 pour activer l'entité de transport de protection P1. Dans le cas décrit dans le schéma b) de la Figure 4, les connexions de liaison des segments PS1, PS3 et PS2 devraient être établies.

NOTE – Pour simplifier, la Figure 4 montre une architecture SMP 1:1 pour les réseaux à commutation de circuits. Cet exemple peut également être utilisé pour illustrer l'architecture SMP m:1 dans laquelle il existe de multiples entités de transport de protection pour une entité de transport en service.

7.1.2 Architecture SMP pour les réseaux à commutation par paquets

Dans le cas des réseaux à commutation par paquets, il est possible de préétablir différentes entités de transport de protection partageant la même bande passante associée au segment de protection partagée. En conditions normales, c'est-à-dire lorsque les signaux de trafic normaux sont transportés via les entités de transport en service, seuls les paquets APS et OAM sont transportés via les entités de transport de protection. La bande passante d'un segment de protection partagée devrait être attribuée de manière à ce qu'il puisse être possible de protéger n'importe laquelle des entités de transport en service dont les entités de transport de protection partagent le segment de protection.

Les points d'extrémité de chaque quantité de transport en service devraient être dotés de fonctions de surveillance pour surveiller l'état de l'entité de transport en service. La détection d'un état SF/SD déclenchera la procédure de commutation de protection. Etant donné que l'entité de transport de protection est préétablie, l'état de l'entité de transport de protection peut également être surveillé au niveau des points d'extrémité.

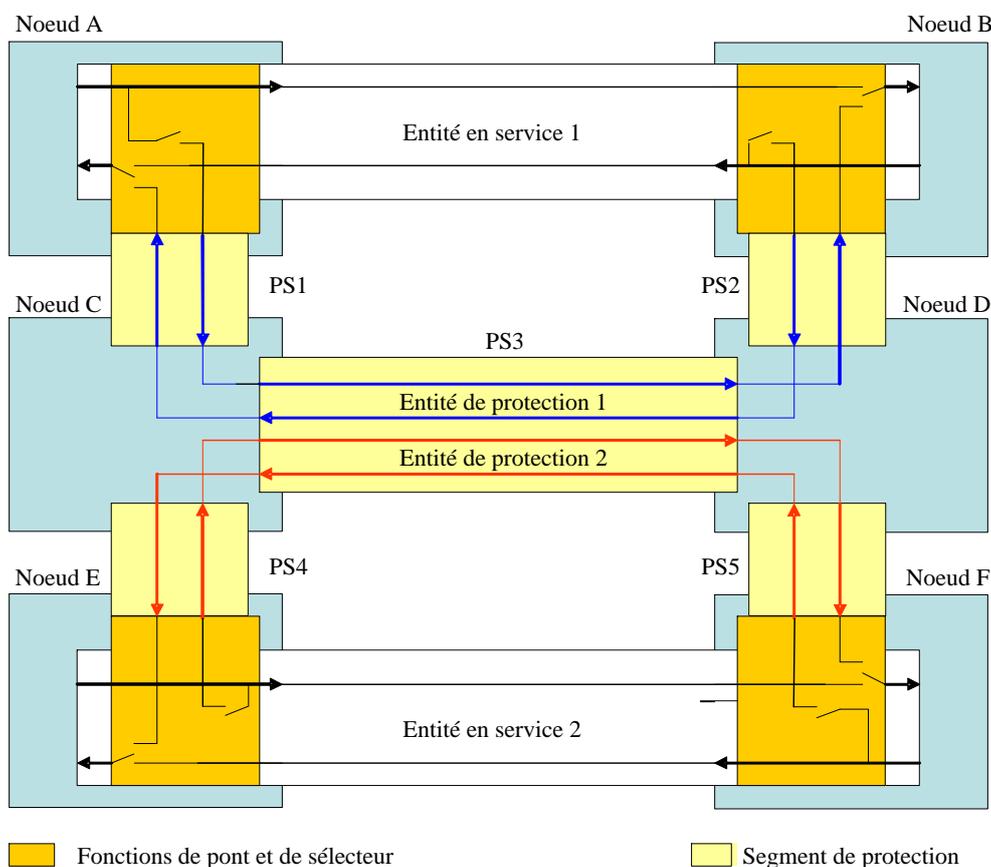


Figure 5 – Exemple d'architecture SMP pour un réseau à commutation par paquets

La Figure 5 montre l'architecture SMP 1:1 pour les réseaux à commutation par paquets. Les deux entités de transport de protection préétablies respectivement grâce aux trajets A-C-D-B et E-C-D-F se partagent le segment de protection PS3. Les deux paires de points d'extrémité, à savoir la paire de noeuds A et B et la paire de noeuds E et F, surveilleront l'état de l'entité en service 1 et de l'entité de protection P1, et de l'entité en service 2 et de l'entité de protection 2, respectivement. Lorsqu'une dégradation ou une défaillance est détectée pour l'une des entités de transport en service et s'il est établi que son entité de transport de protection correspondante est disponible, son signal de trafic normal doit être basculé de l'entité en service vers l'entité de transport de protection. Dans les noeuds intermédiaires (C et D), il n'est pas nécessaire de créer de brasseurs puisque ceux-ci ont déjà été créés au préalable.

NOTE – Pour simplifier, la Figure 5 montre une architecture SMP 1:1 pour les réseaux à commutation par paquets. Cet exemple peut également être utilisé pour illustrer l'architecture SMP m:1 dans laquelle il existe de multiples entités de transport de protection pour une entité de transport en service.

8 Types de commutation

Le mécanisme SMP prend en charge le type de commutation bidirectionnelle, tel que défini dans [UIT-T G.808.1].

Dans le cas de l'architecture SMP bidirectionnelle, les sélecteurs et les ponts situés aux deux extrémités de l'entité de transport de protection sont actionnés. En outre, les brasseurs bidirectionnels au niveau des noeuds intermédiaires (s'ils ne sont pas préétablis) sont activés.

9 Types de fonctionnement

Le mécanisme SMP prend uniquement en charge le fonctionnement réversible, tel que défini dans [UIT-T G.808.1].

10 Trafic non protégé et non réservable (NUT) et trafic supplémentaire

Le mécanisme SMP prend en charge le trafic non protégé et non réservable (NUT).

En l'espèce, le trafic NUT est générique, ce qui signifie que cette classe de trafic n'utilise aucune ressource de protection et n'est pas protégée en cas de défaillance le long de son trajet, mais ce trafic ne peut pas être supprimé du réseau pour permettre la protection d'une autre classe de trafic.

Le trafic supplémentaire doit faire l'objet d'un complément d'étude.

11 Commutation automatique

Doit faire l'objet d'un complément d'étude.

12 Principe de préemption

Pour la protection SMP, des principes de préemption sont appliqués pour le cas où de multiples entités de transport de protection sont en concurrence pour la même ressource partagée.

Pour déterminer l'entité qui aura la ressource partagée, deux types d'information devraient être prises en considération:

- **Priorité de préemption:** Une priorité de préemption configurée à l'avance est attribuée à chaque entité de transport de protection.
- **Priorité du type de demande:** La priorité relative des événements (défaillances et commandes externes) qui déclenchent la protection. L'attribution de ces priorités doit faire l'objet d'un complément d'étude.

Ces deux types de priorité doivent être pris en considération par tous les noeuds le long de l'entité de transport de protection.

- 1) Lorsque de multiples entités de transport de protection ayant des priorités de préemption différentes sont en concurrence pour l'utilisation d'une ressource, l'entité de transport de protection ayant la priorité de préemption la plus élevée occupe la ressource.
- 2) Lorsque de multiples entités de transport de protection ayant la même priorité de préemption sont en concurrence pour l'utilisation d'une ressource, l'entité de transport de protection dont le type de demande a la priorité la plus élevée occupe les ressources.
- 3) Lorsque de multiples entités de transport de protection ayant la même priorité de préemption et la même priorité pour le type de demande sont en concurrence pour l'utilisation d'une ressource, leurs identifiants d'entité de transport peuvent être utilisés pour résoudre le problème de concurrence.

13 Surveillance de l'état du trajet

Il est possible de surveiller l'état de l'entité de transport en service en utilisant des méthodes analogues à celles définies pour les mécanismes de protection linéaire existants dans [UIT-T G.808.1]. Les différentes méthodes de surveillance dépendent de la technologie.

Selon la technologie de transport sous-jacente dans le réseau, il se peut que l'entité de transport de protection ne soit pas établie à l'avance. Dans ce cas, il n'y pas de surveillance directe de l'état de bout en bout de l'entité de transport de protection au niveau des points d'extrémité de protection. Par conséquent, chaque segment de protection doit notifier son état aux points d'extrémité de l'entité de transport de protection.

S'il est possible de préétablir l'entité de transport de protection, il est possible de surveiller son état en utilisant des méthodes analogues à celles définies pour les mécanismes de protection linéaire existants dans [UIT-T G.808.1]. Les différentes méthodes de surveillance dépendent de la technologie.

Chaque segment de protection doit notifier la disponibilité de ses ressources aux points d'extrémité de l'entité de transport de protection. On cherche de cette manière à réduire le risque d'envoi de demandes de commutation de protection inutiles qui n'aboutiraient pas dès lors que ces demandes parviendraient à une ressource de protection non disponible.

14 Protocole de commutation de protection automatique (APS)

Doit faire l'objet d'un complément d'étude.

Annexe A

Objectifs

(Cette Annexe fait partie intégrante de la présente Recommandation.)

- A.1 Doit permettre la rétrocompatibilité avec les structures/formats du réseau central définis dans les Recommandations portant sur des technologies particulières.
- A.2 Ne doit pas avoir d'incidences sur l'utilisation des mécanismes de protection APS linéaire et en anneau et des canaux de communication existants définis pour une technologie donnée (c'est-à-dire coexistence avec les spécifications APS existantes).
- A.3 Doit prendre en charge toutes les applications intra/inter-opérateurs pour les déploiements de protection en cascade ou imbriquée.
- A.4 Doit permettre la coexistence de la protection/du rétablissement fondés sur les réseaux ASON et de la protection SMP à la frontière entre domaines.
- A.5 Doit être capable de prendre en charge la protection d'un ou de plusieurs signaux de trafic normaux bidirectionnels point à point de l'entrée à la sortie du domaine SMP.
- A.6 Ne doit pas nécessiter que de multiples entités de transport en service partageant la ou les mêmes ressources de protection aient les mêmes points d'extrémité.
- A.7 Doit surveiller l'état des entités de transport en service pour le déclenchement de la commutation de protection SMP (par exemple, état SF ou SD).
- A.8 Doit surveiller la disponibilité des ressources de protection partagées le long des entités de transport de protection.
- A.9 Doit prendre en charge la communication d'informations sur la disponibilité des ressources de protection partagées le long des entités de transport de protection vers les points d'extrémité des entités de transport en service qui utilisent les ressources.
- A.10 Doit prendre en charge la communication d'informations entre les noeuds du réseau pour effectuer la commutation de protection. Le canal de codage et de communication de messages entre les noeuds dépend de la technologie utilisée.
- A.11 Doit être capable de récupérer un signal de trafic normal après une ou des défaillances du réseau de manière déterministe. Par exemple, la commutation de protection doit être menée à bien dans un temps défini (limité), comme décrit dans les Recommandations se rapportant à la technologie utilisée.
- A.12 Doit pouvoir prendre en charge un mécanisme de détection des défaillances de protocole.
- A.13 Doit pouvoir prendre en charge un mécanisme de détection des possibles incohérences de configuration entre les noeuds d'entrée et de sortie d'un domaine SMP.
- A.14 Doit être capable de prendre en charge l'imbrication de multiples niveaux de protection (protection SMP ou autres mécanismes comme la protection SNC). Pour cela, doit pouvoir prendre en charge un ou plusieurs mécanismes permettant la coordination des activités de protection (par exemple, un temporisateur).
- A.15 Doit fournir un mécanisme pour éviter les instabilités de commutation de protection (par exemple, un temporisateur d'attente avant rétablissement).
- A.16 Doit pouvoir prendre en charge de multiples liaisons entre les noeuds permettant une diversité de liens et de noeuds, et devrait être modulable quant au nombre de liaisons et de noeuds à l'intérieur du domaine de protection SMP.

- A.17 Doit fournir un mécanisme pour résoudre les conflits afin qu'une seule entité de transport en service soit autorisée à occuper les ressources de protection lorsque lesdites ressources sont partagées par plusieurs entités de transport en service ayant la même priorité (en raison des contraintes liées à la topologie du réseau et aux ressources).
- A.18 Doit être capable de prendre en charge la capacité de fixer une limite supérieure pour le nombre maximum d'entités de transport en service qui peuvent partager des ressources de protection (qui dépend de la technologie utilisée).
- A.19 Doit être capable de prendre en charge la capacité de fixer une limite supérieure pour la part des ressources de liaison qui peut être attribuée aux entités de transport de protection.
- A.20 Doit permettre de configurer (éventuellement via le plan de gestion ou de commande) les identifiants des entités de transport de protection, la bande passante requise et, pour la protection SMP des réseaux à commutation de circuits, l'assignation de TS pour garantir le bon fonctionnement du processus de commutation de protection.
- A.21 Doit permettre l'attribution de la priorité pour prendre en charge la demande émanant d'une entité de transport de priorité plus élevée de préempter la ressource de protection partagée occupée par une entité de transport de priorité inférieure.
- A.22 Doit prendre en charge uniquement le fonctionnement réversible.
- A.23 Doit prendre en charge uniquement le type de commutation bidirectionnelle.
- A.24 Doit être capable de prendre en charge les commandes externes des opérateurs de réseaux.
- A.25 Doit être capable de prendre en charge la protection en présence de plusieurs défaillances, y compris lorsque des défaillances se produisent simultanément et/ou concernent des ressources partagées.
- A.26 Doit permettre l'activation de la commutation de protection lancée par une extrémité ou par les deux extrémités (éventuellement simultanément) du domaine SMP.

Appendice I

Scénarios SMP

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

On trouvera dans cet Appendice des scénarios types pour la protection SMP.

Veillez noter que cet Appendice ne présente pas tous les scénarios.

I.1 Exemple de scénario SMP simple

La Figure 1.1 présente un scénario simple. La connexion en service W1 qui suit le trajet A-B est protégée par la connexion de protection P1 qui suit le trajet A-P-Q-B et l'autre connexion en service W2 qui suit le trajet C-D est protégée par l'autre connexion de protection P2 qui suit le trajet C-P-Q-D. Les connexions de protection P1 et P2 peuvent partager certaines ressources (par exemple, la liaison de protection P-Q peut être partagée par les connexions P1 et P2), car les connexions W1 et W2 sont dissociées l'une de l'autre.

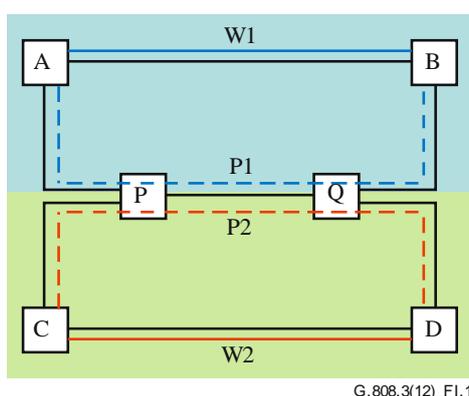


Figure I.1 – Scénario SMP simple

I.2 Protection SMP dans un réseau maillé

Le réseau maillé plus général présenté dans la Figure I.2 est utilisé pour décrire les différents scénarios SMP.

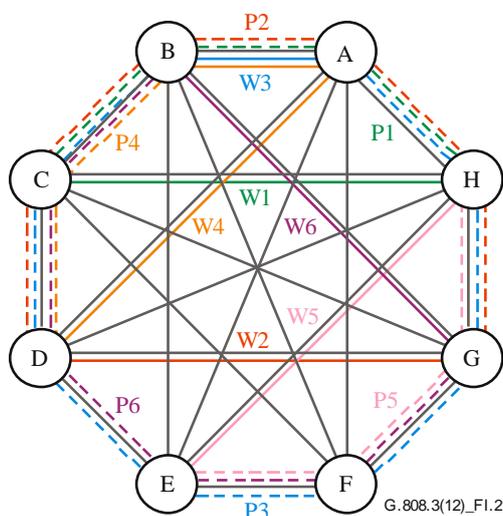


Figure I.2 – Exemple de protection SMP

Le réseau maillé de la Figure I.2 comprend six trajets en service (W1, W2, W3, W4, W5 et W6) et leurs trajets de protection (P1, P2, P3, P4, P5 et P6), comme indiqué dans le Tableau I.1.

Tableau I.1 – Récapitulatif

Couleur	Trajet en service	Trajet de protection
Vert (W1, P1)	C-H	H-A-B-C
Rouge (W2, P2)	D-G	G-H-A- B-C-D
Bleu (W3, P3)	A-B	B-C-D-E-F-G-H-A
Orange (W4, P4)	B- A-D	B-C-D
Rose (W5, P5)	H-E	H-G-F-E
Violet (W6, P6)	B-G	B-C-D-E-F-G

Les trajets W3, W4 et W6 ont le même noeud d'extrémité B. Les trajets W2 et W4 ont le même noeud d'extrémité D. Les trajets W2 et W6 ont le même noeud d'extrémité G. Les trajets W1 et W5 ont le même noeud d'extrémité H. Le noeud A est un noeud intermédiaire du trajet W4, mais également un noeud d'extrémité pour le trajet W3.

NOTE – Chaque scénario est distinct des autres.

Scénario 1

Dans un scénario simple de protection SMP, deux trajets de protection partagent des ressources communes.

Couleur	Trajet en service	Trajet de protection
Vert (W1, P1)	C-H	H-A-B-C
Rouge (W2, P2)	D-G	G-H-A- B-C-D

Dans la Figure I.2, le trajet en service W1 qui suit la liaison C-H est protégé par le trajet de protection P1 qui suit le segment H-A-B-C, le trajet en service W2 qui suit la liaison D-G est protégé par l'autre trajet de protection P2 qui suit le segment G-H-A-B-C-D. Les trajets P1 et P2 peuvent partager la même ressource de protection (à savoir, le segment de protection H-A-B-C).

Scénario 2

Une partie des ressources d'un port ou d'une liaison est utilisée pour les trajets en service et l'autre partie de ces ressources est utilisée pour les trajets de protection.

Couleur	Trajet en service	Trajet de protection
Vert (W1, P1)	C-H	H-A-B-C
Rouge (W2, P2)	D-G	G-H-A- B-C-D
Bleu (W3, P3)	A-B	B-C-D-E-F-G-H-A
Orange (W4, P4)	B- A-D	B-C-D

Comme on le voit dans la Figure I.3, la liaison A-B contient à la fois le trafic de service pour les liaisons W3/W4 et une ressource de protection utilisée par le trajet P1/P2.

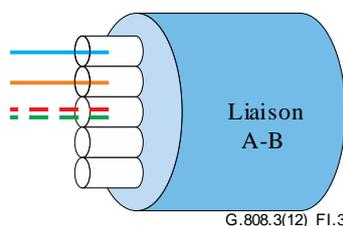


Figure I.3 – Détail de la liaison A-B

Scénario 3

Il y a de multiples ressources de protection sur une liaison. Dans ce cas, les trajets en service qui ont des liaisons en commun peuvent tout de même utiliser la même liaison de protection à des fins de protection à condition qu'une ressource différente soit assignée pour leurs trajets de protection correspondants.

Couleur	Trajet en service	Trajet de protection
Bleu (W3, P3)	A-B	B-C-D-E-F-G-H-A
Orange (W4, P4)	B- A-D	B-C-D

Par exemple, comme on le voit dans la Figure I.4, le segment B-C-D prend en charge deux trajets de protection sur une seule liaison mais avec des ressources différentes. Par conséquent, bien que les trajets W3 et W4 aient tous les deux la liaison A-B, ils sont autorisés à utiliser le segment B-C-D dans le cadre de leurs trajets de protection (P3 et P4).

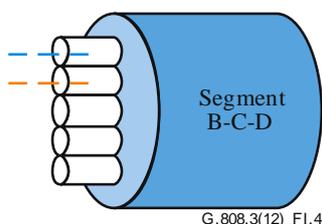


Figure I.4 – Détail du segment B-C-D

Scénario 4

Une ressource donnée utilisée pour la protection peut être un point d'extrémité pour certains trajets de protection et un point intermédiaire pour d'autres.

Couleur	Trajet en service	Trajet de protection
Orange (W4, P4)	B- A-D	B-C-D
Rose (W5, P5)	H-E	H-G-F-E
Violet (W6, P6)	B-G	B-C-D-E-F-G

Par exemple, dans la Figure I.2, on voit avec le noeud G, et en particulier avec le port associé à la liaison G-F, que la ressource de protection peut être un point intermédiaire pour un trajet (en l'occurrence, le trajet P5) et un point d'extrémité pour un autre (trajet P6). De même, le noeud D, en particulier le port associé à la liaison D-C, est un point intermédiaire pour le trajet P6 et un point d'extrémité pour le trajet P4.

Scénario 5

Un trajet en service peut être membre de multiples groupes à risques partagés (SRG) dissociés.

Couleur	Trajet en service	Trajet de protection
Bleu (W3, P3)	A-B	B-C-D-E-F-G-H-A
Orange (W4, P4)	B- A-D	B-C-D
Rose (W5, P5)	H-E	H-G-F-E
Violet (W6, P6)	B-G	B-C-D-E-F-G

Comme on le voit dans la Figure I.5, le trajet W6 (en violet) est membre de trois groupes à risques partagés: les trajets W6 et W4 constituent un groupe SRG à cause du segment de protection B-C-D; les trajets W6 et W3 constituent un deuxième groupe SRG à cause du segment de protection D-E-F-G; enfin, les trajets W6 et W5 constituent le troisième groupe SRG à cause du segment de protection E-F-G.

Dans ce cas, les trajets W3 et W5 sont aussi un groupe SRG à cause des segments E-F-G, mais les trajets W4 et W5 ne constituent pas un groupe SRG étant donné qu'ils ne partagent pas de ressources de protection (il y a deux ressources de protection disponibles dans le segment B-C-D). Par conséquent, le trajet W4 peut partager les risques avec le trajet W3 et le trajet W5.

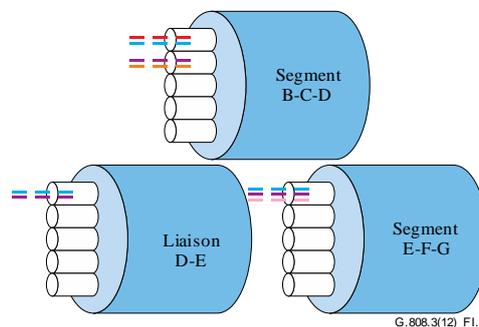


Figure I.5 – Détail du segment B-C-D et du segment D-E-F-G

Scénario 6

Une ressource de protection associée à un noeud peut prendre en charge de multiples trajets de protection. Alors que chacun des trajets de protection est une connexion point à point, dès lors que les trajets partagent des ressources, certains éléments des circuits point à multipoint et multipoint à point doivent être pris en compte lors de la mise en place de la surveillance du trajet de protection.

Couleur	Trajet en service	Trajet de protection
Orange (W4, P4)	B- A-D	B-C-D
Violet (W6, P6)	B-G	B-C-D-E-F-G

Comme on le voit sur la Figure I.6, le port associé au noeud B qui est la terminaison du segment B-C-D correspond à un scénario dans lequel deux trajets de protection (P4 et P6) partagent le segment B-C-D, mais les trajets P4 et P6 ont des noeuds d'extrémité différents (noeud D pour le trajet P4 et noeud G pour le trajet P6). A tout moment, au niveau du port B, il y aura aucun trajet, le trajet P4 ou le trajet P6. Il faut par conséquent configurer avec soin les valeurs des identificateurs de trace de chemin (TTI) et les critères de détection de défaut de discordance d'identificateur de trace (dTIM) dans le cas où il faut utiliser une connexion en cascade qui surveille la totalité du trajet de protection.

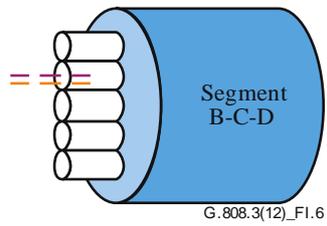


Figure I.6 – Détail du segment B-C-D

Il est nécessaire de tenir compte de ces scénarios pour concevoir l'architecture de protocole APS et l'architecture de surveillance.

Appendice II

Aperçu du fonctionnement du rétablissement de maillage partagé et de la protection maillée partagée (SMP)

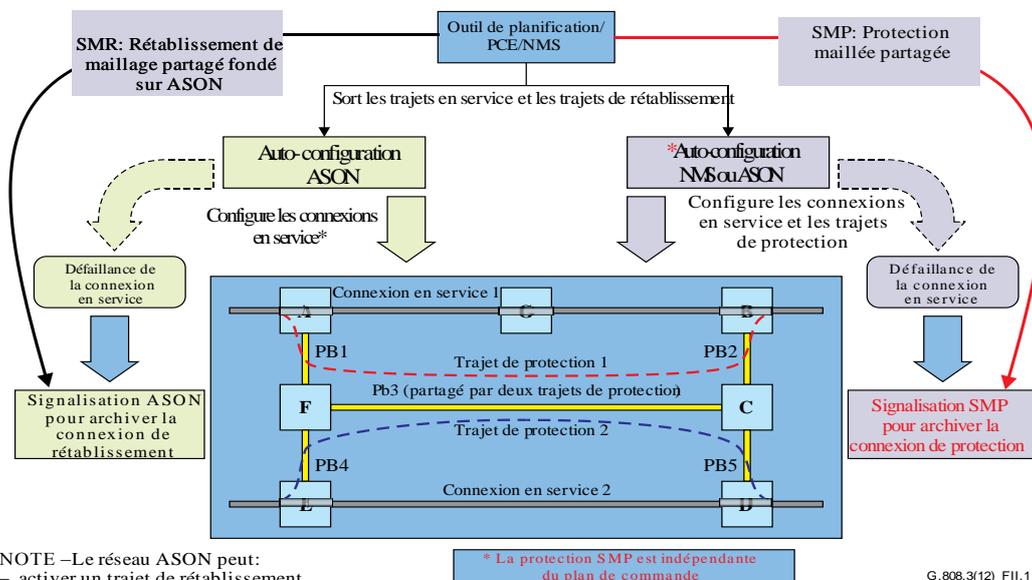
(Cet Appendice ne fait pas partie intégrante de la présente Recommandation.)

[UIT-T G.805] décrit des techniques d'amélioration de la disponibilité du réseau de transport, dans le cadre desquelles la "protection" est le remplacement d'une ressource défaillante par une ressource de secours préattribuée et le "rétablissement" est le remplacement d'une ressource défaillante en procédant à un reroutage en utilisant une capacité de réserve.

Selon [b-UIT-T G.8080], la protection est un mécanisme permettant d'améliorer la disponibilité d'une connexion grâce à l'utilisation d'une capacité assignée complémentaire et le rétablissement d'un appel (service de connexion) dans un réseau optique à commutation automatique (ASON) est le remplacement d'une connexion défaillante en procédant à un reroutage de l'appel en utilisant une capacité de réserve.

Différents mécanismes ont été définis pour le rétablissement dans les réseaux ASON. Il est à noter que le mécanisme de rétablissement qui ressemble le plus à la protection SMP est souvent appelé rétablissement de maillage partagé avec trajets de rétablissement pré-calculés et pré-signalés. Cela signifie que lorsqu'une nouvelle connexion est créée avec succès le long de son trajet nominal/actif, un trajet de secours est calculé (qui devrait être entièrement dissocié du trajet nominal/actif). Une session de signalisation est ensuite établie le long de ce trajet de secours et la disponibilité de ressources libres est vérifiée lors de l'établissement de la session de signalisation. Une fois ce processus mené à bien, le trajet de secours est activé dès lors que le trajet nominal/actif est affecté par une défaillance.

La Figure II.1 montre la différence entre un rétablissement par maillage partagé ASON et la protection SMP.



NOTE –Le réseau ASON peut:
 – activer un trajet de rétablissement
 planifier au préalable, ou
 – calculer et archiver un nouveau
 trajet de rétablissement

Figure II.1 – Rétablissement SMR et protection SMP

Bibliographie

- [b-UIT-T G.8080] Recommandation ITU-T G.8080/Y.1304 (2012), *Architecture du réseau optique à commutation automatique (ASON)*.
- [b-BLTJ.1999] Doshi, B. T. et al. (1999), *Optical network design and restoration*, Bell Labs. Technical Journal, pages 58-84, janvier-mars 1999.

SÉRIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

Série A	Organisation du travail de l'UIT-T
Série D	Principes de tarification et de comptabilité et questions de politique générale et d'économie relatives aux télécommunications internationales/TIC
Série E	Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains
Série F	Services de télécommunication non téléphoniques
Série G	Systemes et supports de transmission, systemes et reseaux numériques
Série H	Systemes audiovisuels et multimédias
Série I	Reseau numérique à intégration de services
Série J	Reseaux câblés et transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias
Série K	Protection contre les perturbations
Série L	Environnement et TIC, changements climatiques, déchets d'équipements électriques et électroniques, efficacité énergétique, construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures
Série M	Gestion des télécommunications y compris le RGT et maintenance des reseaux
Série N	Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle
Série O	Spécifications des appareils de mesure
Série P	Terminaux et méthodes d'évaluation subjectives et objectives
Série Q	Commutation et signalisation et mesures et tests associés
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 reseau téléphonique
Série X	Reseaux de données, communication entre systemes ouverts et sécurité
Série Y	Infrastructure mondiale de l'information, protocole Internet, reseaux de prochaine génération, Internet des objets et villes intelligentes
Série Z	Langages et aspects généraux logiciels des systemes de télécommunication