



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

G.842

(04/97)

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

Systemes de transmission numériques – Réseaux
numériques – Caractéristiques des réseaux à hiérarchie
numérique synchrone

**Interfonctionnement des architectures de
protection des réseaux à hiérarchie numérique
synchrone**

Recommandation UIT-T G.842

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

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
SYSTÈMES INTERNATIONAUX ANALOGIQUES À COURANTS PORTEURS	
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	
SYSTÈMES DE TRANSMISSION NUMÉRIQUES	
EQUIPEMENTS TERMINAUX	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
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
Réseau de gestion des télécommunications	G.850–G.859
SECTIONS NUMÉRIQUES ET SYSTÈMES DE LIGNES NUMÉRIQUES	G.900–G.999

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

RECOMMANDATION UIT-T G.842

INTERFONCTIONNEMENT DES ARCHITECTURES DE PROTECTION DES RESEAUX A HIERARCHIE NUMERIQUE SYNCHRONE

Résumé

La présente Recommandation contient les spécifications d'interfonctionnement des architectures de protection de réseau. Elle traite en particulier de l'interconnexion à un seul nœud et à deux nœuds entre anneaux de protection partagée de section(s) de multiplexage (MS, *multiplex section*) et anneaux de protection de connexion de sous-réseau (SNCP, *sub-network connection protection*) de même type ou de types différents.

Source

La Recommandation UIT-T G.842, élaborée par la Commission d'études 15 (1997-2000) de l'UIT-T, a été approuvée le 8 avril 1997 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

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.

La Conférence mondiale de normalisation des télécommunications (CMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'études 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 n° 1 de la CMNT.

Dans certains secteurs de la technologie de l'information qui correspondent à la sphère de compétence de l'UIT-T, les normes nécessaires se préparent en collaboration avec l'ISO et la CEI.

NOTE

Dans la présente Recommandation, l'expression "Administration" est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation reconnue.

DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

L'UIT attire l'attention sur la possibilité que l'application ou la mise en œuvre de la présente Recommandation puisse donner lieu à l'utilisation d'un droit de propriété intellectuelle. L'UIT ne prend pas position en ce qui concerne l'existence, la validité ou l'applicabilité des droits de propriété intellectuelle, qu'ils soient revendiqués par un Membre de l'UIT ou par une tierce partie étrangère à la procédure d'élaboration des Recommandations.

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT avait/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 1997

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'UIT.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1	Domaine d'application..... 1
2	Références normatives..... 1
3	Termes et définitions 1
4	Abréviations..... 3
5	Critères/objectifs d'interfonctionnement..... 4
5.1	Critères d'interfonctionnement d'anneaux avec un anneau à protection partagée de(s) section(s) de multiplexage 5
6	Architectures d'interfonctionnement..... 5
6.1	Interconnexion uninodale..... 5
6.2	Interconnexion binodale..... 6
6.2.1	Architecture généralisée 6
6.2.2	Interfonctionnement d'anneaux avec un anneau à protection partagée de(s) section(s) de multiplexage..... 7
6.2.3	Interfonctionnement d'anneaux avec un anneau SNCP..... 23
6.2.4	Anneaux multiples..... 33
7	Interfonctionnement entre couches de réseau..... 33
8	Encombrement des commutateurs 33

Recommandation G.842

INTERFONCTIONNEMENT DES ARCHITECTURES DE PROTECTION DES RESEAUX A HIERARCHIE NUMERIQUE SYNCHRONE

(Genève, 1997)

1 Domaine d'application

La présente Recommandation décrit les mécanismes d'interfonctionnement entre architectures de protection de réseau. Les architectures de protection de réseau sont décrites dans la Recommandation G.841. L'interfonctionnement décrit ici s'applique à l'interconnexion à un nœud et à deux nœuds pour l'échange de trafic entre anneaux. Chaque anneau peut être configuré pour la protection partagée de section(s) de multiplexage ou pour la protection SNCP.

2 Références normatives

Les Recommandations UIT-T et autres références suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Recommandation. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute Recommandation ou autre référence est sujette à révision; tous les utilisateurs de la présente Recommandation sont donc invités à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des Recommandations et autres références indiquées ci-après. Une liste des Recommandations UIT-T en vigueur est publiée régulièrement.

- Recommandation UIT-T G.803 (1997), *Architecture des réseaux de transport à hiérarchie numérique synchrone*;
- Recommandation UIT-T G.841 (1995), *Types et caractéristiques des architectures de protection pour réseaux en hiérarchie numérique synchrone*;
- Recommandation UIT-T G.783 (1997), *Caractéristiques des blocs fonctionnels des équipements de la hiérarchie numérique synchrone*.

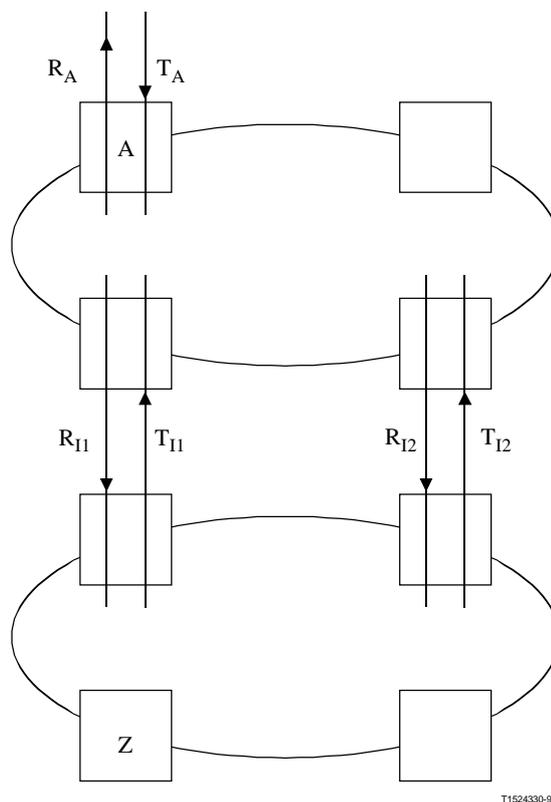
3 Termes et définitions

NOTE – Les définitions données ici devront être revues compte tenu de la nouvelle Recommandation sur le vocabulaire applicable à la hiérarchie numérique synchrone.

La présente Recommandation définit les termes suivants:

- 3.1 extraction/poursuite:** Fonction d'un nœud d'anneau, permettant à la fois d'extraire le trafic des voies en service (extraction) et de continuer à l'écouler sur cet anneau (poursuite de la transmission).
- 3.2 (trafic) biconcentré:** Grâce à la présence de deux centraux pivots ou sites similaires, le trafic biconcentré peut être routé via l'un ou l'autre de ces deux centraux ou les deux. Le trafic biconcentré peut continuer d'être écoulé en cas de panne de l'un des deux centraux.
- 3.3 interconnexion binodale:** Architecture dans laquelle deux anneaux sont interconnectés par deux nœuds.
- 3.4 délai de garde:** Délai d'attente qu'un dispositif de commande de disjonction ou de commutation de protection observe, après avoir détecté une panne, avant de se déclencher.

- 3.5 sélecteur de conduit:** Dans une architecture de protection SNCP, fonction nodale qui sélectionne un affluent qui est extrait des voies en service provenant d'un côté ou de l'autre du nœud, selon des critères correspondant au niveau du conduit.
- 3.6 nœud primaire:** Dans une architecture d'interfonctionnement d'anneaux à protection partagée de sections de multiplexage, nœud assurant pour un affluent les fonctions de sélection du service et d'extraction/poursuite. Différents affluents peuvent avoir différents nœuds primaires assignés.
- 3.7 propagation de la disjonction:** Commutation de protection entraînant une autre commutation de protection. La propagation de la disjonction est la plupart du temps indésirable du point de vue de la maintenance.
- 3.8 interconnexion d'anneaux:** Architecture dans laquelle deux anneaux sont interconnectés par un ou plusieurs nœuds.
- 3.9 interfonctionnement d'anneaux:** Topologie de réseau dans laquelle deux anneaux sont interconnectés par deux nœuds, fonctionnant de telle manière qu'une panne de l'un quelconque de ces deux nœuds n'entraîne aucune perte du trafic d'exploitation. Cette topologie est représentée sur la Figure 1.
- 3.10 circuit secondaire:** Dans une architecture d'interfonctionnement d'anneaux à protection partagée des sections de multiplexage, cheminement de remplacement utilisé pour écouler le trafic d'un anneau vers l'autre. Cette protection par reroutage est utilisée en cas d'interruption du circuit de service.
- 3.11 nœud secondaire:** Dans une architecture d'interfonctionnement d'anneaux à protection partagée des sections de multiplexage, nœud mettant à la disposition d'un affluent le reroutage d'interfonctionnement.
- 3.12 circuit de service:** Dans une architecture d'interfonctionnement d'anneaux à protection partagée de sections de multiplexage, cheminement de premier choix utilisé pour acheminer le trafic d'un anneau à l'autre.
- 3.13 sélecteur de service:** Dans une architecture d'anneaux à protection partagée des sections de multiplexage, fonction nodale utilisée pour l'interfonctionnement des anneaux. Cette fonction sélectionne le trafic contenu dans l'une ou l'autre des voies arrivant d'un même côté de l'anneau, ou le trafic entrant dans l'anneau, selon certains critères.
- 3.14 interconnexion uninodale:** Architecture dans laquelle deux anneaux sont interconnectés par un seul nœud.
- 3.15 nœud de terminaison:** Nœud (autre que primaire ou secondaire) par lequel un affluent entre dans l'anneau ou en sort.



Etat d'absence de panne (du point de vue de l'anneau supérieur)

$$\begin{aligned}
 R_{I1} &= R_{I2} = T_A \\
 R_A &= T_{I1} \text{ ou } T_{I2} \\
 T_{I1} &= T_{I2}
 \end{aligned}$$

Figure 1/G.842 – Interfonctionnement d'anneaux généralisé

4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

ADM	multiplexeur d'insertion/extraction (<i>add/drop multiplexer</i>)
AIS	signal d'indication d'alarme (<i>alarm indication signal</i>)
AU	unité administrative (<i>administrative unit</i>)
HO	ordre supérieur (<i>higher order</i>)
HP	conduit d'ordre supérieur (<i>higher order path</i>)
HPC	connexion d'un conduit d'ordre supérieur (<i>higher order path connection</i>):
HPOM	surveillance de surdébit de conduit d'ordre supérieur (<i>higher order path overhead monitor</i>)
LO	ordre inférieur (<i>lower order</i>)
LOF	perte de trame (<i>loss of frame</i>)
LOP	perte de pointeur (<i>loss of pointer</i>)
LOS	perte de signal (<i>loss of signal</i>)

LPC	connexion de conduit d'ordre inférieur (<i>lower order path connection</i>)
LPOM	surveillance de surdébit de conduit d'ordre inférieur (<i>lower order path overhead monitor</i>)
MS	section de multiplexage (<i>multiplex section</i>)
SDH	hiérarchie numérique synchrone (<i>synchronous digital hierarchy</i>)
SNC	connexion de sous-réseau (<i>subnetwork connection</i>)
SNCP	protection d'une connexion de sous-réseau (<i>subnetwork connection protection</i>)
SNC/I	protection d'une connexion de sous-réseau avec surveillance intrinsèque (<i>subnetwork connection protection with inherent monitoring</i>)
SNC/N	protection d'une connexion de sous-réseau avec surveillance non intrusive (<i>subnetwork connection protection with non-intrusive monitoring</i>)
STM(-N)	module de transport synchrone (de niveau -N) [<i>synchronous transport module (-N)</i>]
TIM	discordance entre identificateurs de repérage (<i>trace identifier mismatch</i>)
UNEQ	conduit non équipé (<i>unequipped</i>)
VC	conteneur virtuel (<i>virtual container</i>)

5 Critères/objectifs d'interfonctionnement

L'interfonctionnement des architectures de protection en hiérarchie SDH vise à renforcer le degré de protection d'un réseau. En ce qui concerne les critères d'interfonctionnement, on prendra notamment en considération:

- les caractéristiques de disponibilité de bout en bout;
- la robustesse (résistance aux diverses pannes);
- la complexité et les coûts de mise en œuvre.

Les objectifs d'interfonctionnement sont recensés ci-dessous:

- 1) l'interfonctionnement des anneaux doit être assuré de telle manière que, si deux anneaux sont interconnectés par plusieurs de leurs nœuds, une panne dans l'un de ces nœuds n'entraîne aucune perte de service;
- 2) il doit être possible d'éviter la propagation de la commutation entre anneaux en interfonctionnement;
- 3) l'anneau doit pouvoir procéder à l'extraction du trafic en plusieurs nœuds, c'est-à-dire que le trafic d'exploitation doit pouvoir être extrait d'au moins deux nœuds d'un même anneau sans que cela compromette la capacité de rétablissement du trafic biconcentré (ou de tout autre trafic);
- 4) plusieurs anneaux peuvent être interconnectés entre eux. Les limites d'interconnexion doivent être les mêmes dans tous les cas semblables d'interfonctionnement entre deux types d'anneaux.

5.1 Critères d'interfonctionnement d'anneaux avec un anneau à protection partagée de(s) section(s) de multiplexage

Les objectifs applicables au cas particulier d'interfonctionnement d'anneaux avec un anneau à protection partagée de(s) section(s) de multiplexage sont les suivants:

- les nœuds d'un anneau à protection partagée de(s) section(s) de multiplexage doivent pouvoir être interconnectés à deux nœuds d'une autre architecture. En particulier, ces nœuds doivent pouvoir être interconnectés à deux nœuds d'un autre anneau, quel que soit le type de commutation de secours employé par l'autre anneau (protection d'une connexion de sous-réseau (SNCP) ou protection partagée de(s) section(s) de multiplexage, par exemple);
- pour qu'un affluent soit protégé contre les pannes d'interconnexion d'anneaux, l'architecture d'interconnexion doit être en mesure d'assurer une protection contre toute panne d'un nœud d'interconnexion, de deux nœuds d'interconnexion (situés sur des anneaux différents mais au même point d'interconnexion) ou de la connexion entre les deux nœuds d'interconnexion;
- les deux nœuds d'interconnexion ne doivent pas nécessairement être adjacents;
- l'architecture d'interconnexion d'anneaux doit pouvoir supporter l'interconnexion électrique de modules STM-1 ou l'interconnexion optique de modules STM-N (où les signaux STM-N peuvent contenir des charges utiles concaténées);
- l'architecture d'interconnexion d'anneaux ne doit pas nécessiter de signalisation interannulaire. La protection assurée pour la ligne d'interconnexion n'est pas considérée comme étant de la signalisation interannulaire;
- la protection contre les pannes d'interconnexion d'anneaux doit reposer sur la détection des défauts des conduits;
- pour éviter lorsque cela est possible la propagation des pannes, il faut prévoir un temps d'attente de protection;
- l'interfonctionnement d'anneaux utilisant une largeur de bande de protection entre nœuds d'interfonctionnement des anneaux sera assuré. Les modalités d'interfonctionnement des anneaux utilisant une largeur de bande de protection appellent un complément d'étude.

6 Architectures d'interfonctionnement

Le présent paragraphe décrit l'interfonctionnement entre diverses architectures de protection types de la même couche réseau qui se croisent en un ou plusieurs nœuds de réseau (par exemple deux ou plusieurs anneaux SNC échangeant du trafic dans un même central).

6.1 Interconnexion uninodale

L'interconnexion uninodale est une architecture entre deux anneaux comportant chacun un nœud interconnecté au nœud de l'autre anneau.

Cette architecture (représentée sur la Figure 2) comporte un point de panne unique à l'interconnexion des anneaux. La protection d'interconnexion peut être assurée par la protection des sections multiplex de l'arc d'interconnexion, mais aucune protection n'est offerte en cas de panne de l'un ou l'autre des nœuds d'interconnexion.

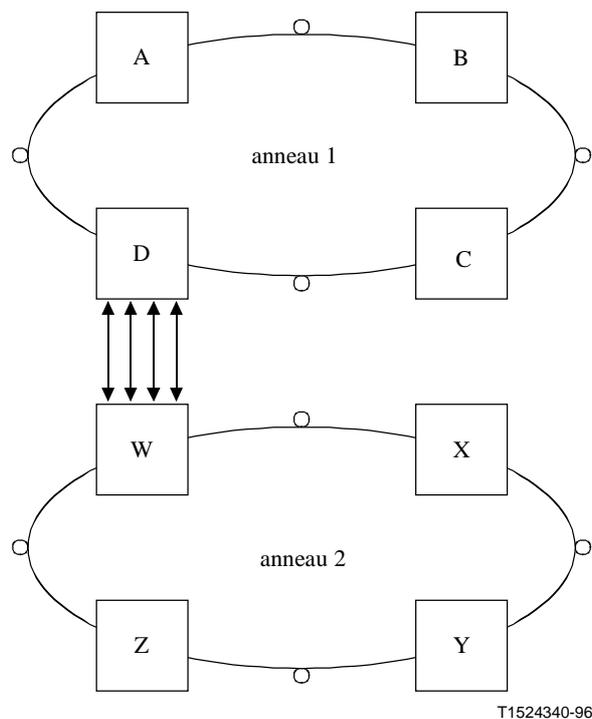


Figure 2/G.842 – Exemple d'interconnexion uninodale

6.2 Interconnexion binodale

6.2.1 Architecture généralisée

L'interconnexion binodale est une architecture entre deux anneaux comportant chacun deux nœuds interconnectés entre eux. Cette architecture est représentée sur la Figure 3. Les deux interconnexions entre les deux anneaux peuvent être disposées de manière à assurer la protection du trafic passant d'un anneau à l'autre. Une forme spéciale d'interconnexion binodale est appelée "interfonctionnement d'anneaux". L'interfonctionnement d'anneaux est une topologie de réseau dans laquelle deux anneaux sont interconnectés chacun par deux nœuds. Cette topologie fonctionne de telle manière qu'une panne de l'un quelconque de ces deux nœuds n'entraîne aucune perte du trafic d'exploitation. Ce type d'interfonctionnement est représenté sur la Figure 1. Sur cette figure, un affluent entre dans l'anneau du haut et en ressort par le nœud A; cet affluent entre également dans l'anneau du bas, et en ressort par le nœud Z. Selon la notation suivante:

- T_A = signal d'émission dans le nœud A;
- R_A = signal de réception dans le nœud A;
- T_{I1} = signal d'émission dans l'un des nœuds d'interconnexion;
- R_{I1} = signal de réception dans l'un des nœuds d'interconnexion;
- T_{I2} = signal d'émission dans l'autre nœud d'interconnexion;
- R_{I2} = signal de réception dans l'autre nœud d'interconnexion.

Les interfaces d'interfonctionnement d'anneaux entre les deux ensembles de nœuds d'interconnexion sont telles que:

- $R_{I1} = R_{I2} = T_A$;
- $T_{I1} = T_{I2}$; et
- $R_A = T_{I1}$ ou T_{I2} .

En d'autres termes, le signal émis depuis le nœud A à destination du nœud Z est présent aux deux interfaces d'interconnexion. De même, le signal émis en retour depuis le nœud Z à destination du nœud A est également présent aux deux interfaces d'interconnexion. Finalement, un seul exemplaire des signaux dupliqués dans les interfaces d'interconnexion est choisi dans le nœud A ou dans le nœud Z. Des exemples précis d'architectures d'interfonctionnement d'anneaux sont présentés ci-dessous.

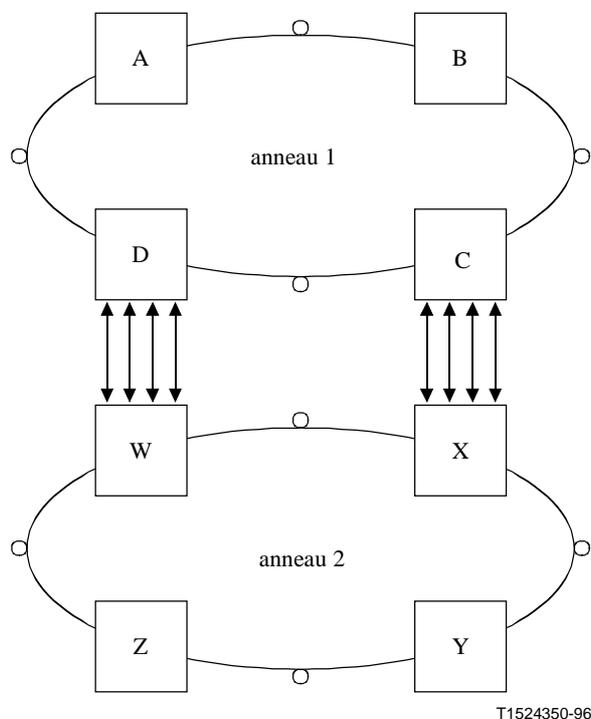


Figure 3/G.842 – Exemple d'interconnexion binodale

6.2.2 Interfonctionnement d'anneaux avec un anneau à protection partagée de(s) section(s) de multiplexage

6.2.2.1 Architecture

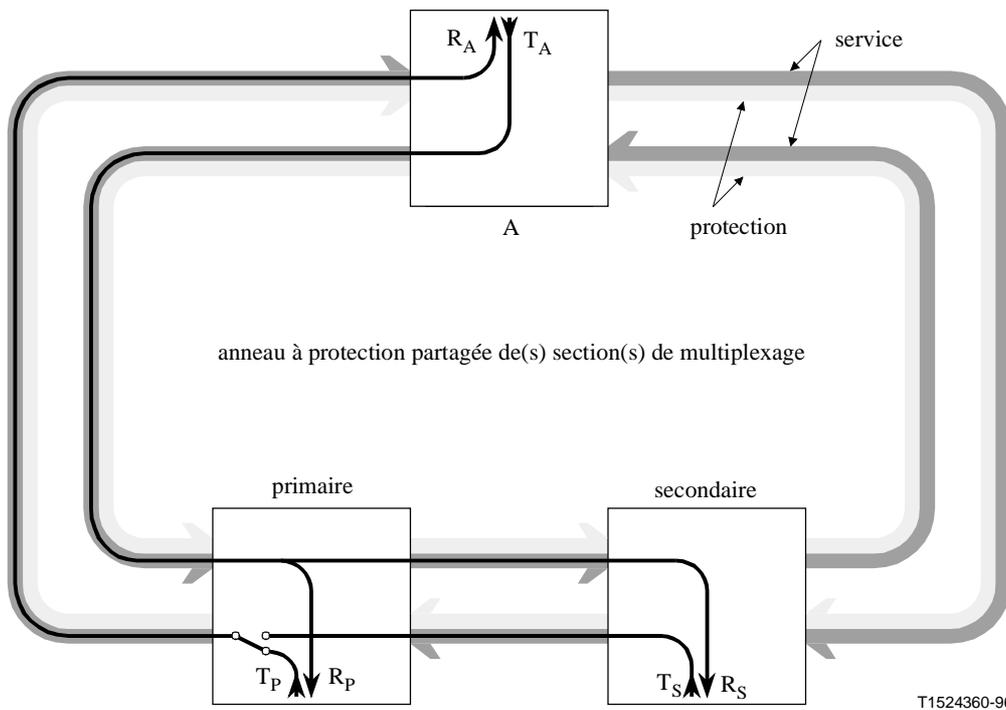
La Figure 4, qui indique l'état nominal d'absence de panne d'un anneau de protection unique partagée de(s) section(s) de multiplexage, représente un affluent particulier passant par deux nœuds d'interconnexion d'anneaux (points de transfert) et aboutissant dans le nœud A. Les deux nœuds d'interconnexion d'anneaux sont appelés *nœud primaire* et *nœud secondaire*. Ces nœuds d'interconnexion ne doivent pas nécessairement être adjacents. Un affluent bidirectionnel, partant du nœud de terminaison A (en haut de la Figure 4), est appliqué au bas de l'anneau dans le sens inverse des aiguilles d'une montre. Bien que le transfert vers l'autre anneau s'effectue de manière symétrique, le nœud primaire sera normalement le plus "proche" du nœud de terminaison, quelle que soit l'orientation de l'anneau. Les nœuds primaire et secondaire sont définis en fonction de l'affluent. Les nœuds d'anneaux à protection partagée de(s) section(s) de multiplexage peuvent faire interface avec toute architecture aux nœuds d'interconnexion à condition que les caractéristiques d'interface indiquées sur la Figure 4 soient respectées.

Cette architecture inclut le retour à la normale après incident dans les scénarios de panne suivants:

- 1) dans l'anneau à protection partagée de(s) section(s) de multiplexage, toute panne se produisant à l'extérieur des nœuds de terminaison, primaire ou secondaire, est traitée de la

manière classique. L'anneau à protection partagée de(s) section(s) de multiplexage est présumé se comporter comme indiqué dans la Recommandation G.841. La nature de la panne – qu'il s'agisse d'une défaillance, d'un équipement ou d'un circuit électronique, d'une coupure d'un câble ou même d'une panne nodale – n'a aucune incidence sur la configuration des nœuds de terminaison, primaire ou secondaire. La Figure 5 représente une panne due à la coupure d'un câble;

- 2) une panne du nœud primaire dans l'anneau à protection partagée de(s) section(s) de multiplexage donne lieu à une connexion secondaire de l'affluent. Cet affluent doit normalement être amorti; mais, dans l'architecture considérée ici, il demeure non amorti. Tout autre trafic croisé (non désiré) est amorti. La Figure 6 représente le cas d'une panne du nœud primaire. Dans ce cas, les caractéristiques d'interfonctionnement des anneaux ne changent pas, même si le dérangement est suffisamment important (perte du central, par exemple) pour causer une panne à la fois du nœud primaire sur un anneau et du nœud auquel il est interconnecté sur l'autre anneau;
- 3) en cas de panne du nœud secondaire, l'affluent aboutissant au nœud de terminaison (voir le nœud A de la Figure 7) n'en est pas affecté, étant donné qu'il provient du nœud primaire. La signalisation annulaire informe le nœud primaire que le nœud secondaire est en panne. Le nœud primaire choisit son affluent dans le trafic qu'il reçoit de l'autre anneau. Le nœud secondaire envoie à l'autre anneau un signal R_s signalant la panne de l'affluent. Le défaut de ce signal déclenche inéluctablement une commutation dans l'autre anneau, selon le type de cet anneau;
- 4) en cas de dérangement de l'un ou l'autre des signaux provenant de l'autre anneau (c'est-à-dire T_{11} ou T_{12}), le nœud primaire dans l'anneau à protection partagée de(s) section(s) de multiplexage choisit le signal qui n'est pas en dérangement. La Figure 8 illustre l'échec du transfert vers le nœud secondaire. Dans ce cas, le nœud primaire reste commuté sur le signal satisfaisant qui lui a été transféré. La Figure 9 illustre l'échec du transfert vers le nœud primaire. Dans ce cas, le nœud primaire sélectionne par commutation un affluent satisfaisant provenant du nœud secondaire;
- 5) cette architecture assure en outre une protection contre les pannes isolées dans chacun des deux anneaux (c'est-à-dire l'anneau à protection partagée de(s) section(s) de multiplexage et l'autre anneau), à condition que ces pannes ne surviennent pas dans le nœud de terminaison ou qu'elles ne se conjuguent pas pour affecter les deux interconnexions annulaires.



Etat nominal d'absence de panne de l'affluent A-Z
dans un anneau à protection partagé de(s) section(s) de multiplexage:

$$R_P = R_S = T_A$$

$$R_A = T_P = (T_S)$$

Figure 4/G.842 – Interfonctionnement d'anneaux avec un anneau à protection partagée de(s) section(s) de multiplexage

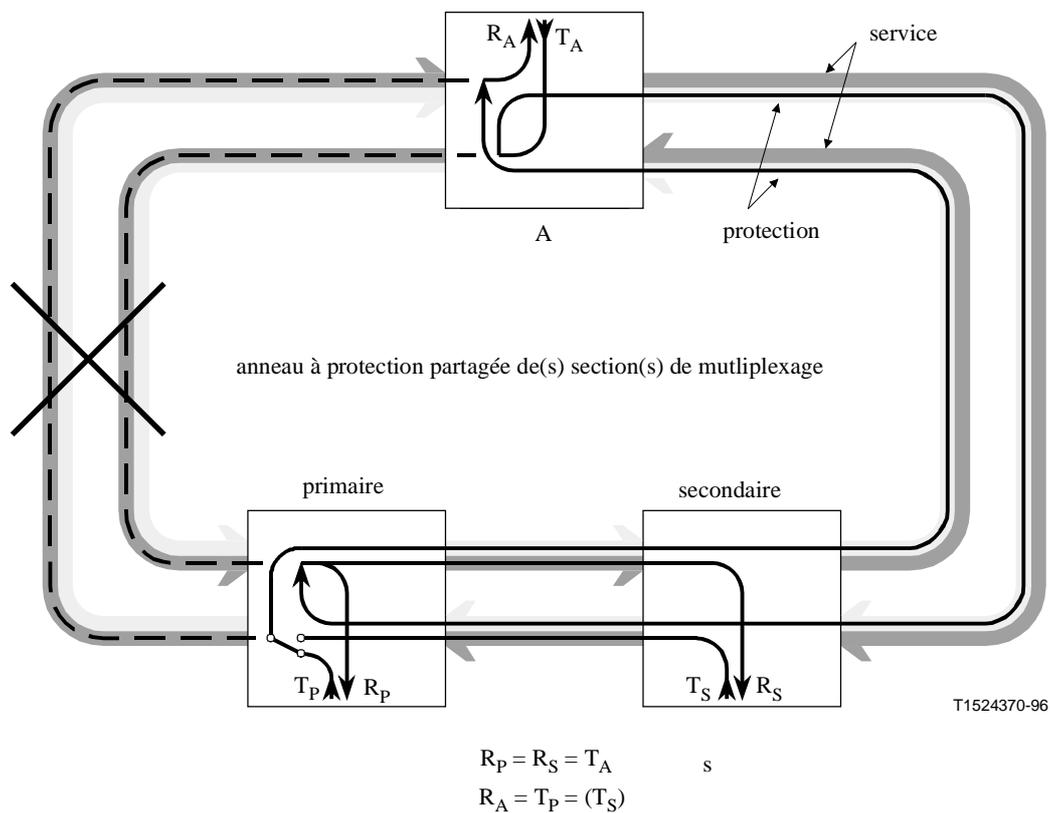


Figure 5/G.842 – Réponse du signal à toute panne sur l'anneau en un point autre qu'un nœud de terminaison, un nœud primaire ou un nœud secondaire (la coupure du câble entre le nœud primaire et le nœud A est représentée)

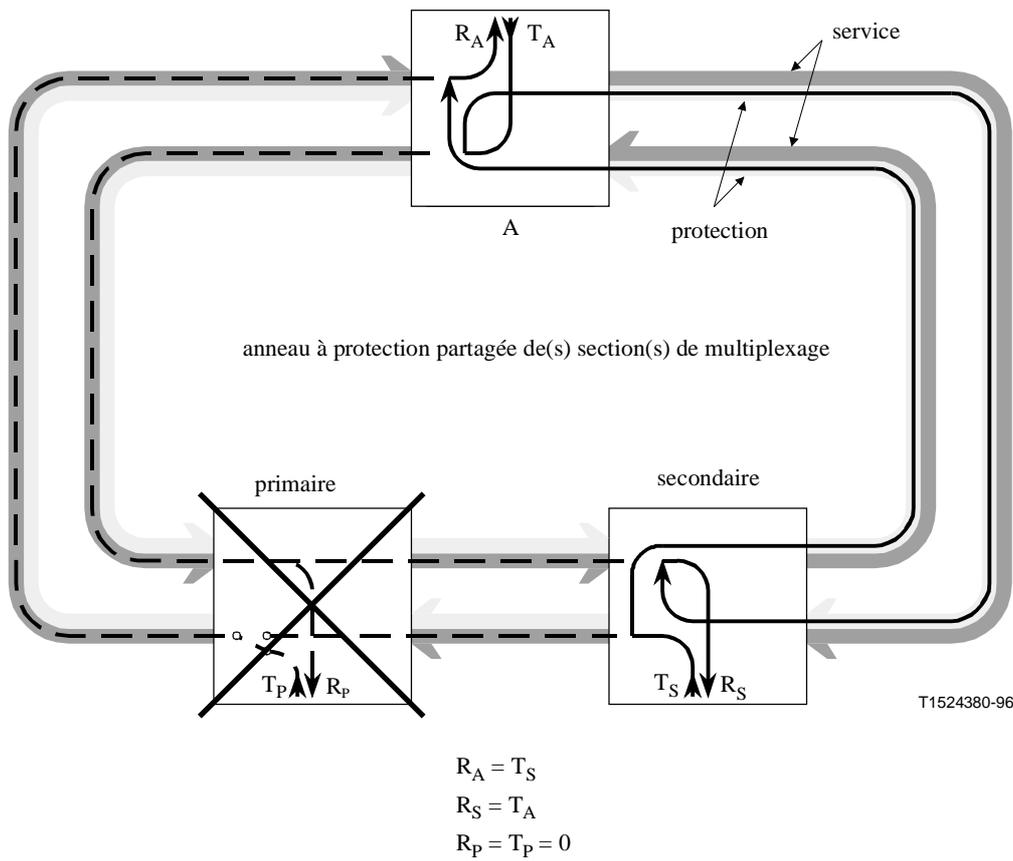


Figure 6/G.842 – Réponse du signal en cas de panne complète du nœud primaire

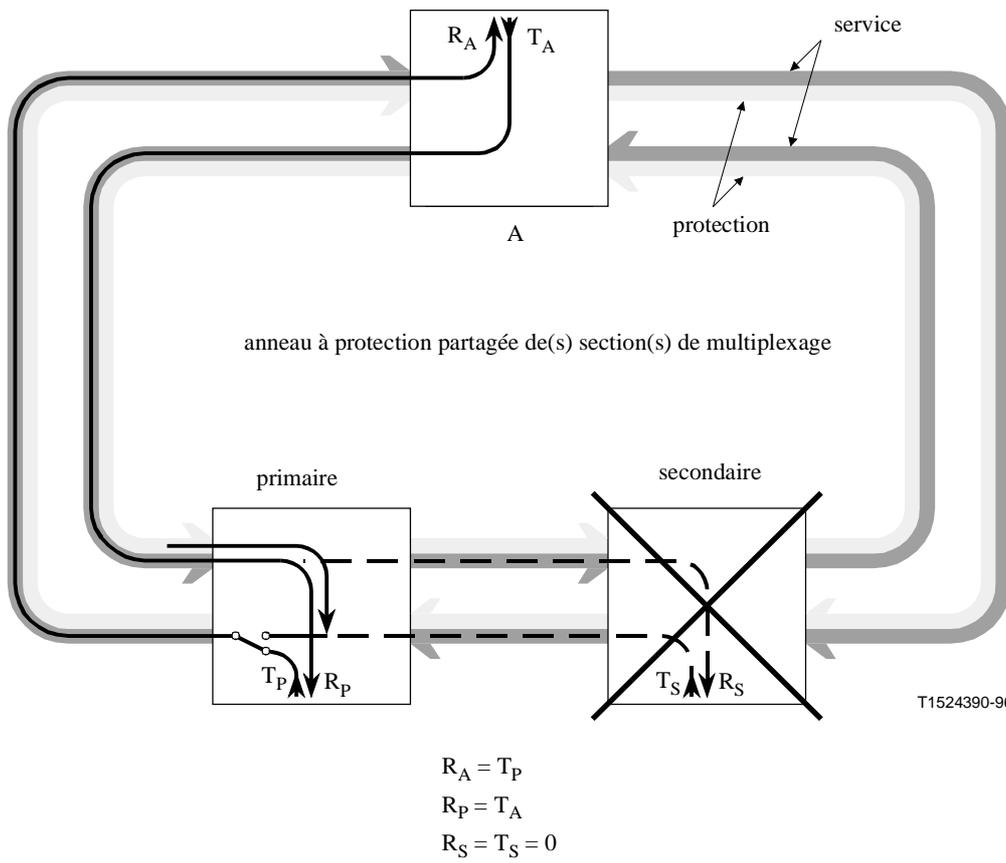


Figure 7/G.842 – Réponse du signal en cas de panne complète du nœud secondaire

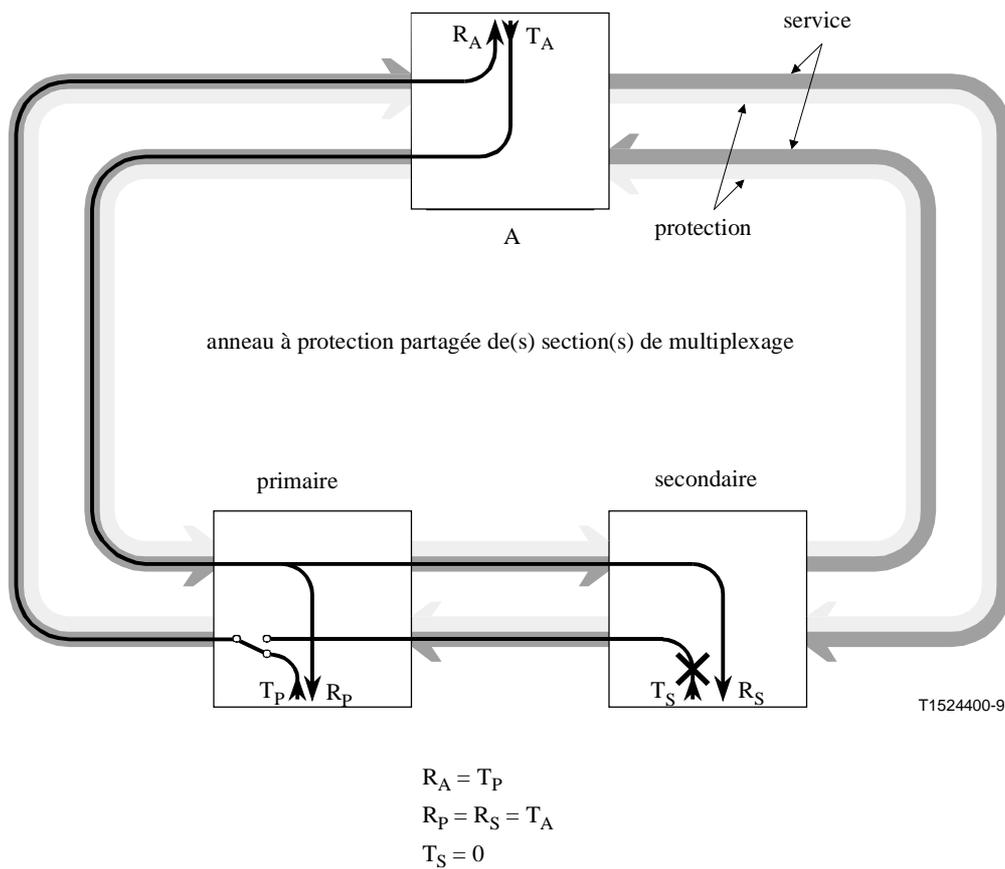
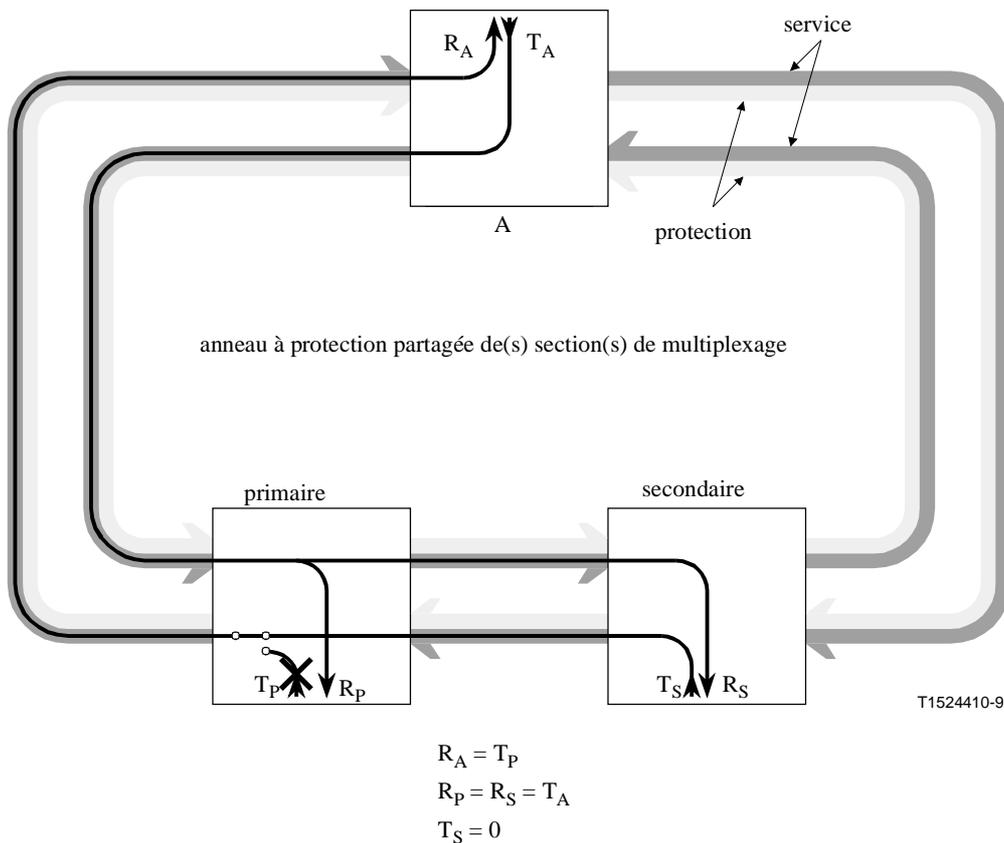


Figure 8/G.842 – Échec du transfert du signal d'émission dans le nœud secondaire



T1524410-96

Figure 9/G.842 – Échec du transfert du signal d'émission dans le nœud primaire

6.2.2.1.1 Routage de l'ensemble du trafic sur les voies en service normal

Dans le cas du signal unidirectionnel émis en provenance du nœud A, le nœud primaire dédouble ce signal, vers sa propre interface et vers la section multiplex à destination du nœud secondaire. Cette fonction est souvent dénommée *extraction du trafic et reprise* (de la transmission). Dans l'autre sens, le nœud primaire choisit, à l'aide d'un sélecteur de service, le transfert vers le nœud primaire ou vers le nœud secondaire à partir de l'autre anneau et il informe de son choix le nœud de terminaison supérieur. Les interconnexions se font au niveau électrique des modules STM-1 ou au niveau optique des modules STM-N. L'assignation des voies à la section de multiplexage utilisée entre les nœuds secondaire et primaire est identique à l'assignation des voies entre les nœuds primaire et de terminaison. Les Figures 10 et 11 donnent deux exemples d'interfonctionnement d'anneaux. L'interfonctionnement d'un anneau à protection partagée de(s) section(s) de multiplexage avec un anneau à protection SNCP d'ordre inférieur devra probablement faire l'objet d'un complément d'étude. Selon les critères de commutation exposés au 6.2.2.3 et la logique d'amortissement décrite au 6.2.2.4, cette architecture d'interconnexion assure une protection contre la panne de l'un des deux nœuds d'interconnexion (chacun sur des anneaux différents, mais au même point d'interconnexion), ou de la connexion entre les deux nœuds d'interconnexion. En outre, cette architecture d'interconnexion ne nécessite pas de signalisation interannulaire.

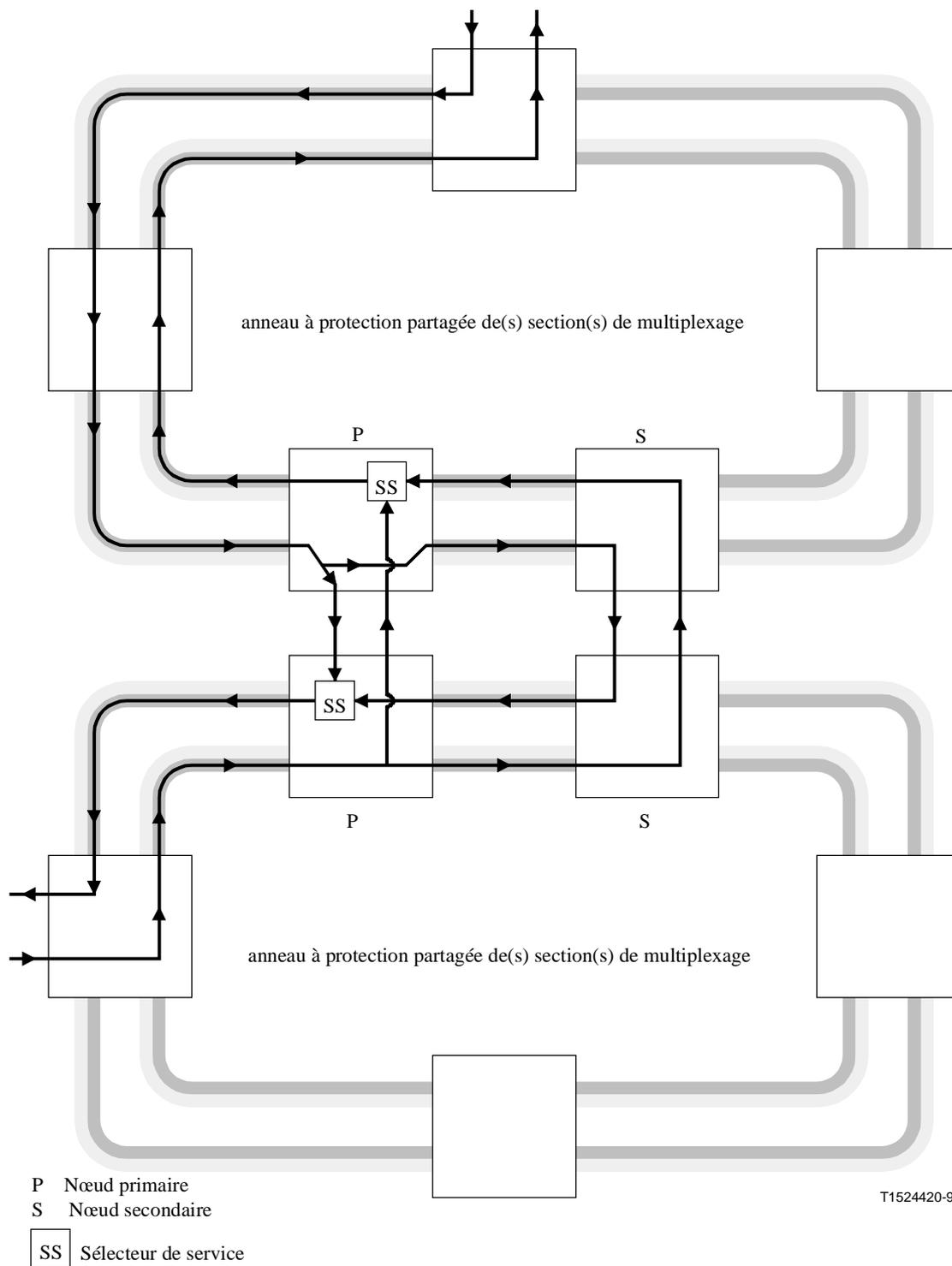
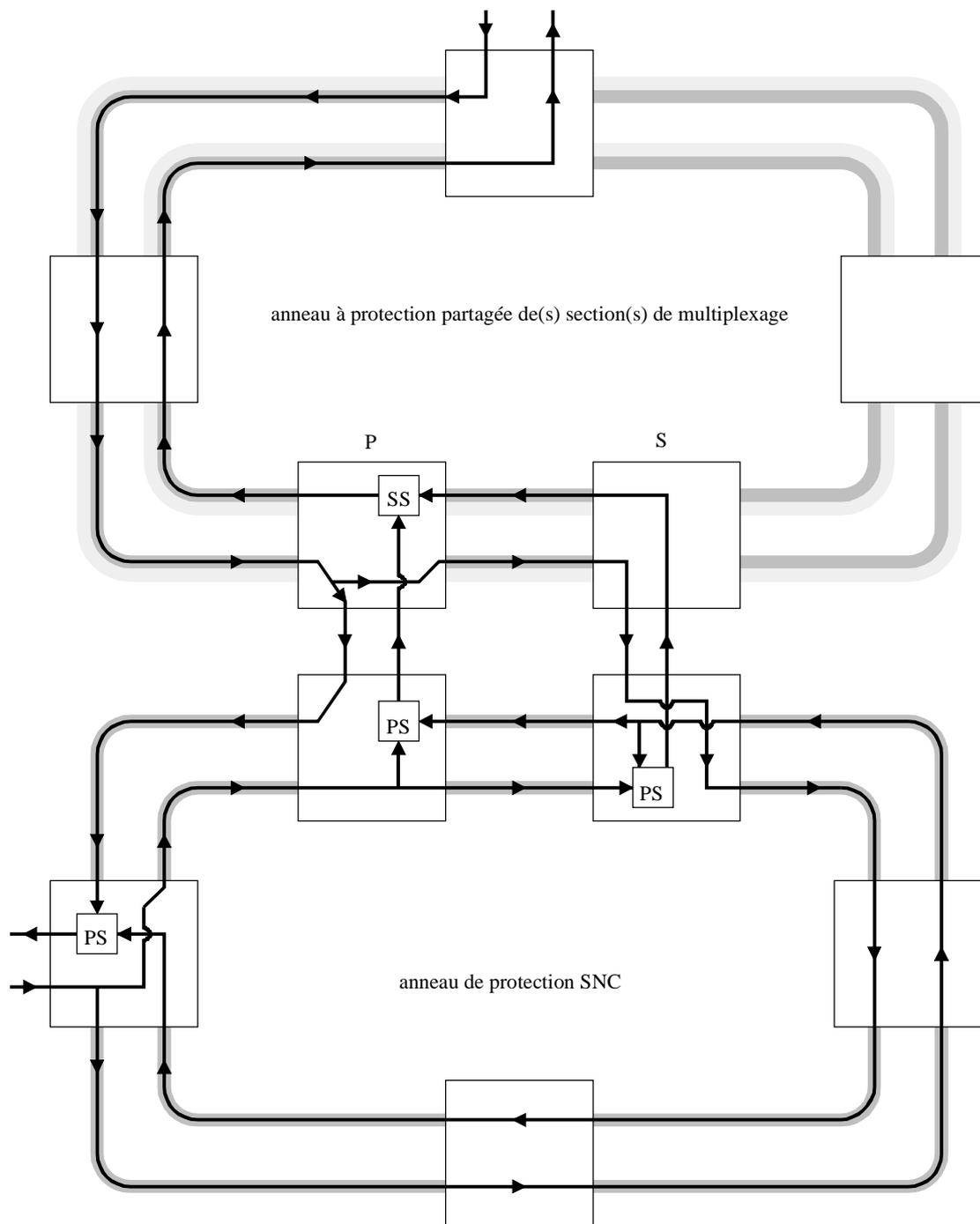


Figure 10/G.842 – Interfonctionnement entre deux anneaux à protection partagée de(s) section(s) de multiplexage



T1524430-96

- P Nœud primaire
- S Nœud secondaire
- SS Sélecteur de service
- PS Sélecteur de conduit

Figure 11/G.842 – Interfonctionnement entre un anneau à protection partagée de(s) section(s) de multiplexage et un anneau SNCP d'ordre supérieur

6.2.2.1.2 Routage du trafic de reprise de transmission sur des voies de protection entre les nœuds primaire et secondaire

La présent paragraphe expose les principes généraux régissant l'utilisation d'une largeur de bande de protection pour l'interconnexion d'anneaux. Le détail des modalités d'interconnexion d'anneaux utilisant une largeur de bande de protection est à l'étude.

Cette autre méthode d'interfonctionnement d'anneaux tire parti de la largeur de bande de protection entre les nœuds d'interfonctionnement des anneaux primaire et secondaire pour régler le problème de capacité que pose l'utilisation du mode d'extraction du trafic et de reprise (de la transmission) associé à un sélecteur de service pour l'interconnexion d'anneaux avec un anneau à protection partagée de(s) section(s) de multiplexage. Cette méthode d'interconnexion est illustrée à la Figure 12. Elle a pour inconvénient de provoquer une saturation rapide de la largeur de bande de service entre les nœuds primaire et secondaire lorsqu'elle celle-ci est utilisée exclusivement pour le mode d'extraction et de reprise associé à un sélecteur de service.

Cet inconvénient est illustré par la Figure 10, qui montre l'interconnexion de deux anneaux à protection partagée de(s) section(s) de multiplexage. Les deux nœuds d'interconnexion de chaque anneau à protection partagée de(s) section(s) de multiplexage utilisent la largeur de bande de service pour leur propre circuit de connexion supplémentaire permettant l'interfonctionnement binodal des anneaux, c'est-à-dire l'association de la phase "reprise de la transmission" du mode extraction du trafic et reprise (de la transmission) (du nœud primaire vers le nœud secondaire) à l'injection du signal dédoublé provenant de l'autre anneau (du nœud secondaire vers le sélecteur de service contenu dans le nœud primaire). On appelle ce circuit supplémentaire "circuit secondaire".

La mise à profit de la largeur de bande de protection entre les nœuds d'interconnexion de l'anneau à protection partagée de(s) section(s) de multiplexage permet de réduire la largeur de bande de service par rapport à la méthode d'interconnexion d'anneaux axée uniquement sur l'utilisation de la largeur de bande de service. Ainsi, l'un ou l'autre ou l'un et l'autre des circuits secondaires de la Figure 10 peut/peuvent utiliser la largeur de bande de protection entre les nœuds primaire et secondaire, au lieu de la largeur de bande de service. La largeur de bande de protection entre les nœuds primaire et secondaire d'un anneau à protection partagée de(s) section(s) de multiplexage peut être utilisée même si l'autre anneau interconnecté est un anneau à protection SNCP (voir la Figure 11).

Les options d'interfonctionnement d'anneaux suivantes, conjuguant l'utilisation de la largeur de bande de service et de la largeur de bande de protection entre les nœuds d'anneaux d'interconnexion (c'est-à-dire entre les nœuds primaire et secondaire), sont offertes:

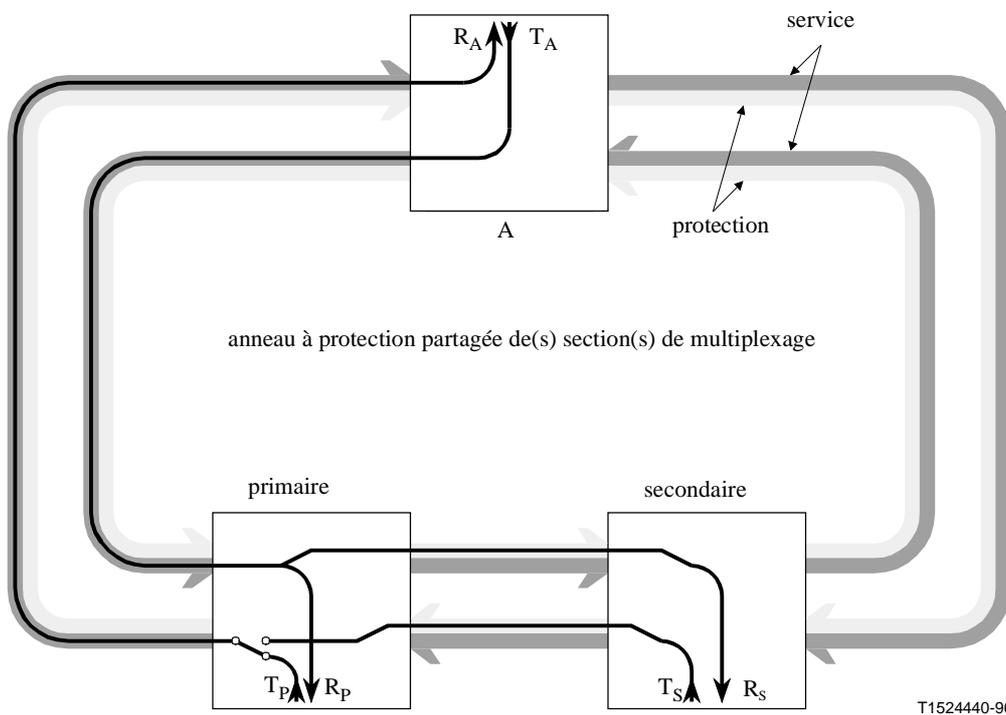
- a) interconnexion d'anneaux utilisant uniquement la largeur de bande de service;
- b) interconnexion d'anneaux utilisant la largeur de bande de service dans un anneau et la largeur de bande de protection dans l'autre anneau; et
- c) interconnexion d'anneaux utilisant la largeur de bande de protection dans les deux anneaux.

Ces options d'interfonctionnement d'anneaux peuvent être utilisées sur des anneaux interconnectés avec routage dans le même sens ou en sens opposés. Le routage dans le même sens et le routage en sens opposés sont représentés respectivement sur les Figures 10 et 6. Il convient de noter que le routage dans le même sens nécessite deux circuits supplémentaires ou secondaires, c'est-à-dire un circuit par anneau, pour l'interfonctionnement à deux nœuds (voir la Figure 10), alors que le routage en sens opposés ne nécessite qu'un seul circuit supplémentaire (ou secondaire) (voir la Figure 13). Dans l'anneau représenté dans la moitié inférieure de la Figure 13, le trafic traverse déjà le nœud primaire et le nœud secondaire dans le cas de l'interfonctionnement d'anneaux en sens opposés; c'est ce que l'on appelle le "circuit de service". Pour le routage en sens opposés, la largeur de bande supplémentaire pour un circuit secondaire n'est utilisée que dans un seul anneau (par exemple l'anneau représenté dans la moitié supérieure de la Figure 13).

L'option d'interfonctionnement utilisant uniquement la largeur de bande de service est celle qui offre le niveau de fiabilité le plus élevé. Si une fiabilité moindre est admissible, certaines options tirant parti de la largeur de bande de protection entre nœuds d'anneaux d'interconnexion peuvent être utilisées, parmi lesquelles:

- a) interfonctionnement d'anneaux dans le même sens avec un circuit secondaire dans la bande de service et un circuit secondaire dans la bande de protection;
- b) interfonctionnement d'anneaux dans le même sens avec les deux circuits secondaires dans la bande de protection;
- c) interfonctionnement d'anneaux en sens opposés, avec le circuit de service dans la bande de service et le circuit secondaire dans la bande de protection.

Il n'est pas recommandé d'assigner le circuit de service à la bande de protection pour l'interfonctionnement d'anneaux en sens opposés.



Etat nominal d'absence de panne de l'affluent A-Z sur un anneau à protection partagée de(s) section(s) de multiplexage:

$$R_P = R_S = T_A$$

$$R_A = T_P = (T_S)$$

Assignation d'un affluent pour la connection secondaire = Affluent de protection pour le conduit de service.

Figure 12/G.842 – Interfonctionnement d'anneaux avec capacité de protection

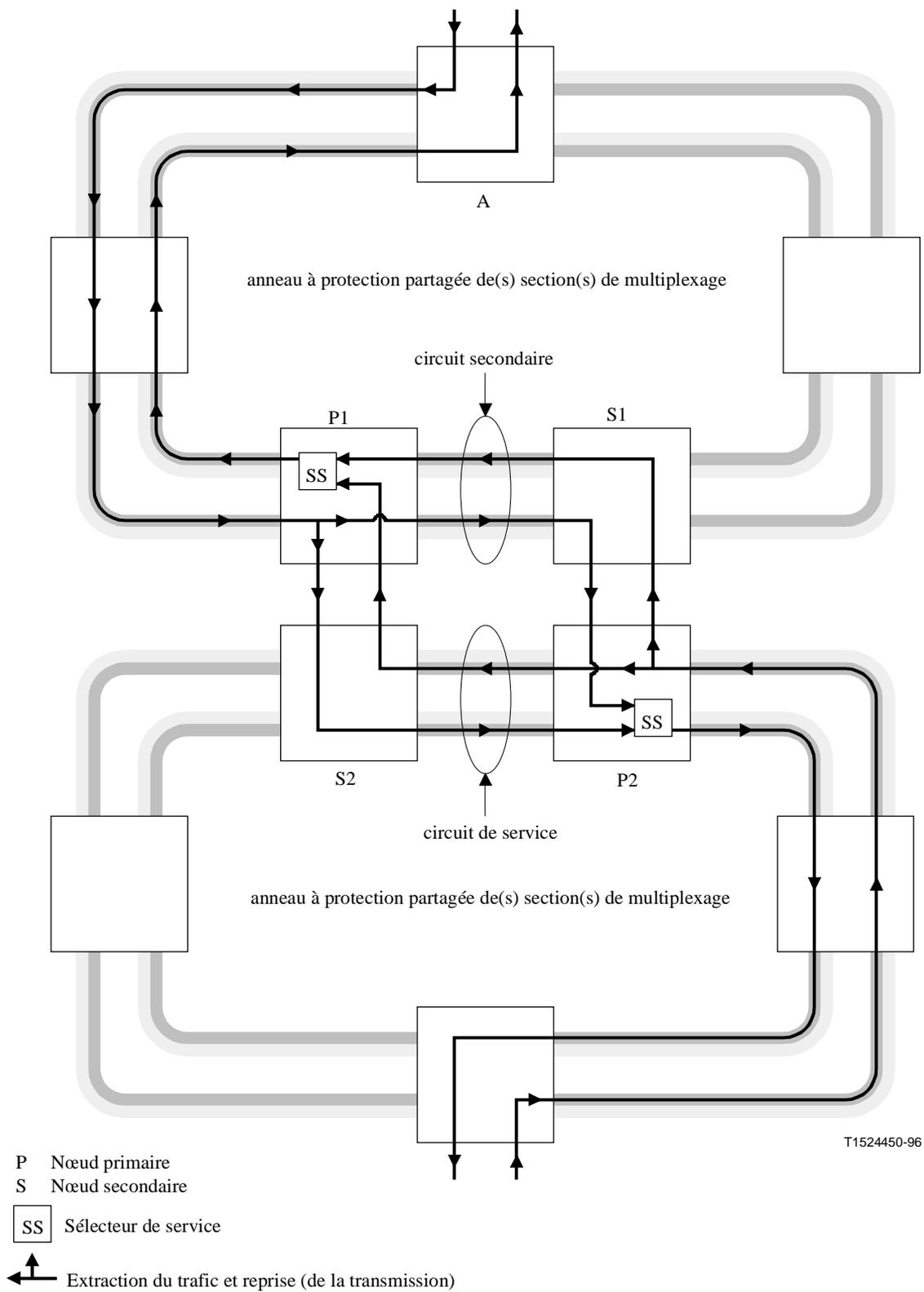


Figure 13/G.842 – Interfonctionnement entre deux anneaux à protection partagée de(s) section(s) de multiplexage, avec routage en sens opposés

6.2.2.2 Modèle fonctionnel

Les Figures 14 et 15 représentent le modèle fonctionnel associé à un nœud primaire dans un anneau à protection partagée de(s) section(s) de multiplexage. Dans cet exemple, un signal électrique de

modules STM-1 est connecté à l'extrémité de l'affluent de l'équipement ADM et deux signaux optiques de modules STM-N sont connectés aux extrémités ouest et est de la ligne.

Un conteneur virtuel d'ordre supérieur (HOVC) sortant du signal STM-1 a une protection SNC doublée (1+1) par rapport à un conteneur HOVC sortant du signal STM-N ouest; le signal HOVC choisi est connecté au signal STM-N est. Dans l'autre sens, le signal HOVC associé au signal STM-N est dédoublé entre le signal STM-1 et le signal STM-N ouest.

Dans le cas de la protection SNC/N (Figure 15), le signal HOVC sortant du module STM-1 est également connecté à l'interface avec une fonction de surveillance HPOM. De même, le signal HOVC sortant du module STM-N ouest est connecté lui aussi à une fonction de surveillance HPOM.

La Figure 16 montre les connexions en matrice à l'intérieur de la connexion HPC constituant le "sélecteur de service". Pour la connexion SNC/I, trois connexions en matrice sont nécessaires: (1) .. (3). Pour la connexion SNC/N, cinq connexions en matrice sont nécessaires: (1) .. (5).

NOTE – Les interfaces A, B, C, D et E de connexions HPC représentées sur la Figure 16 sont les mêmes que celles des Figures 14 et 15.

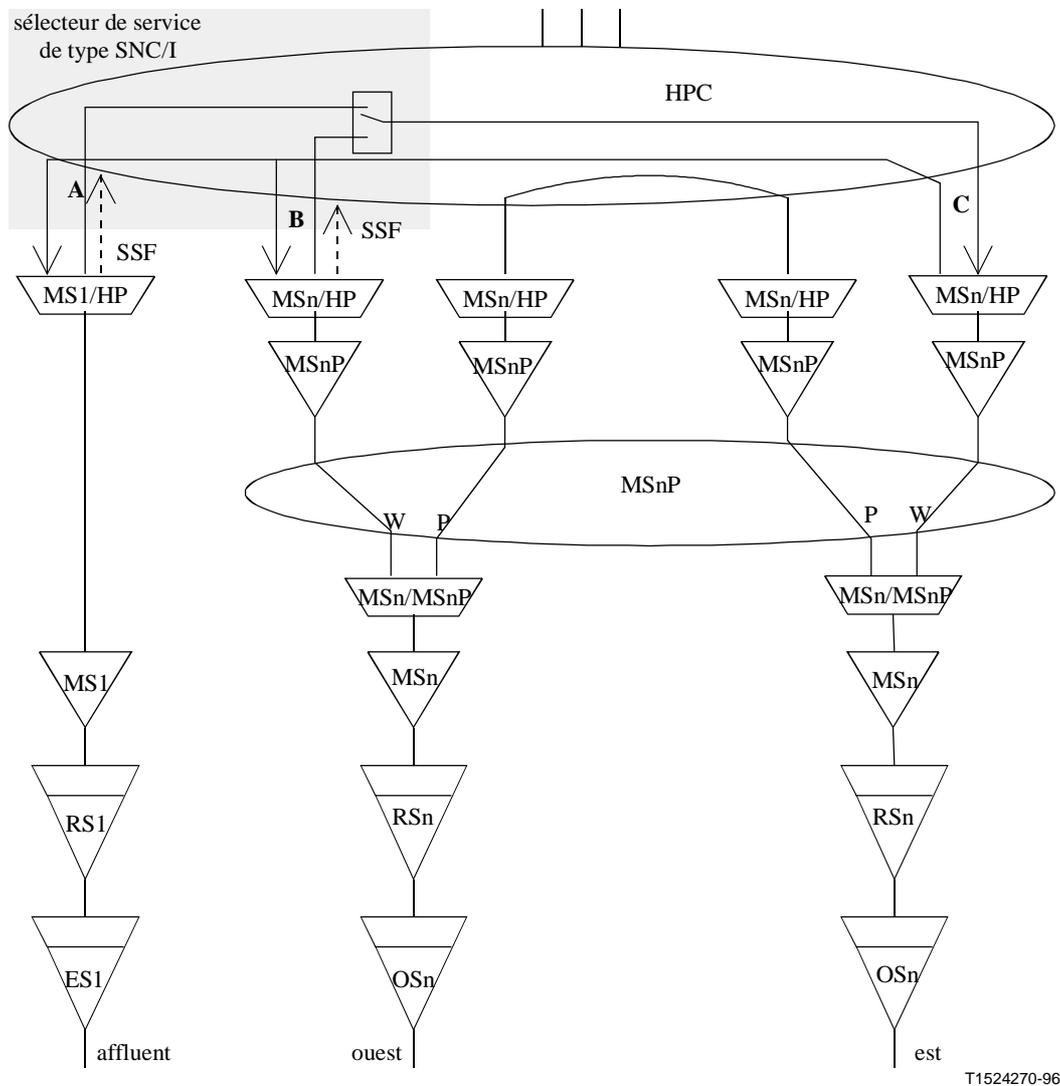


Figure 14/G.842 – Exemple de modèle fonctionnel d'élément de réseau avec sélecteur de service de type SNC/I

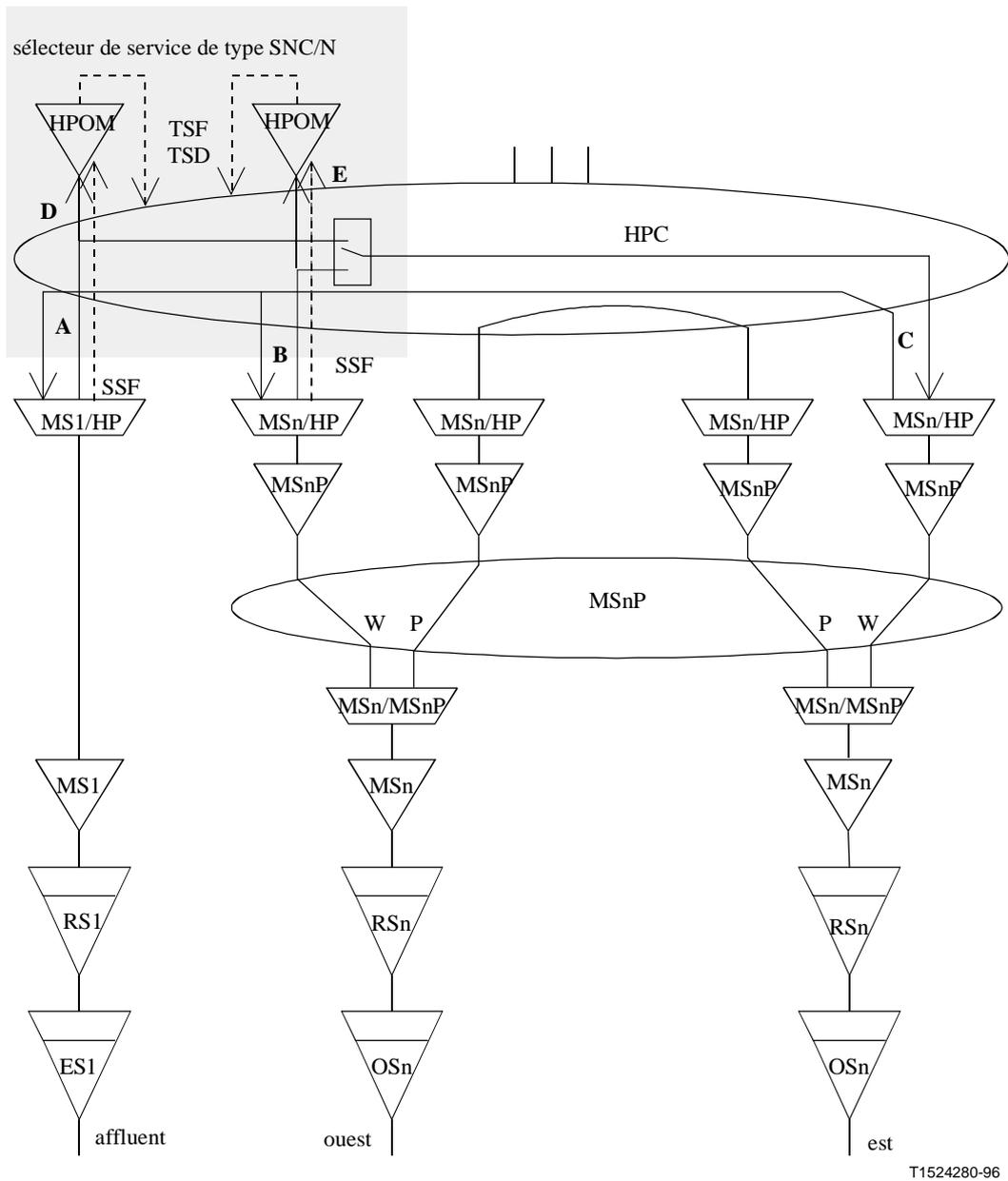


Figure 15/G.842 – Exemple de modèle fonctionnel d'élément de réseau avec sélecteur de service de type SNC/N

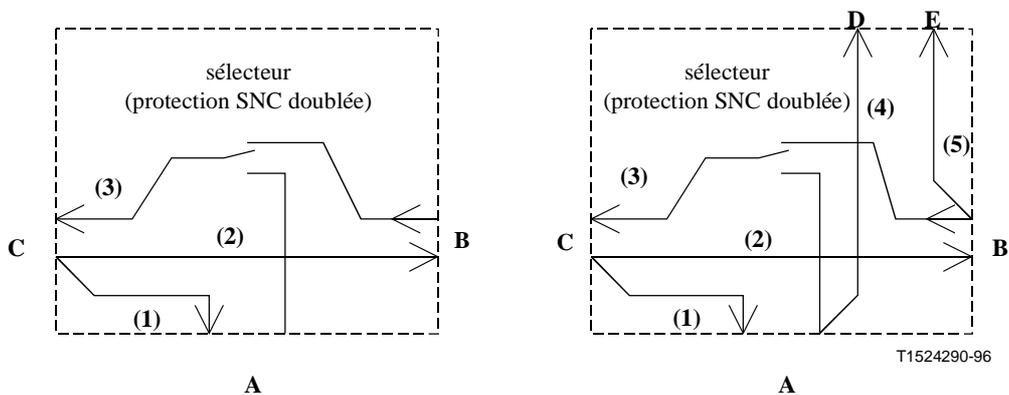


Figure 16/G.842 – Connexité HPC du sélecteur de service

6.2.2.3 Critères de commutation et fonctionnement

Dans le nœud primaire, un sélecteur de service est utilisé pour sélectionner le meilleur des deux affluents entrants, c'est-à-dire l'affluent provenant de la ligne d'interconnexion ou l'affluent provenant du nœud secondaire. Le sélecteur de service se déclenche selon des critères déterminés dans la couche des conduits. La hiérarchie des conditions de déclenchement du commutateur de sélection de service dans un anneau à protection partagée de(s) section(s) de multiplexage est indiquée dans le Tableau 1. La hiérarchie de commutation doit sélectionner le signal le moins dégradé en présence de pannes multilocalisées se produisant à différents niveaux d'un même conduit.

**Tableau 1/G.842 – Hiérarchie des conditions applicables au sélecteur de service
(voir la Note 3)**

Condition	Priorité (voir la Note 1)
Défaut de types AIS, LOP, UNEQ, TIM (facultatif) ou défaut de signal du serveur (voir la Note 2)	1 (panne permanente)
Défaut de type erreurs excessives (facultatif)	2 (panne permanente)
Dégradation du signal	3
NOTE 1 – Le degré de priorité le plus élevé (1) correspond à la dégradation la plus forte; le degré de priorité le plus faible (3) correspond à la dégradation la plus faible.	
NOTE 2 – La présence de défauts (de type LOS ou LOF par exemple) dans la section est à l'origine du défaut de signal du serveur.	
NOTE 3 – Dans le cas de la protection SNC/I, seuls sont applicables le signal d'indication d'alarme (AIS), la perte de pointeur (LOP) ou le défaut de signal du serveur.	

Le sélecteur de service doit pouvoir fonctionner en mode réversible ou en mode irréversible. Pour obtenir un état connu d'absence de dérangement, il peut être souhaitable de faire fonctionner le sélecteur de service en mode réversible. En présence de conditions identiquement graves sur les deux affluents entrants, le sélecteur de service doit sélectionner la route préférée dans le cas du fonctionnement en mode réversible, ou la route actuelle (c'est-à-dire active ou présentement sélectionnée) dans le cas du fonctionnement en mode non réversible, sous réserve, le cas échéant, d'un temps d'attente de protection.

Dans une future révision, lorsque les Recommandations G.841, G.783 et la présente Recommandation seront alignées, le Tableau 1 pourra être remplacé par un renvoi aux Recommandations G.841 et G.783.

6.2.2.4 Logique d'amortissement

En cas de panne du nœud primaire, la connexion du signal entre la terminaison A et le nœud secondaire est maintenue. C'est ce qu'on appelle une connexion secondaire.

Un anneau à protection partagée des(s) section(s) de multiplexage assurant le type d'interfonctionnement d'anneaux décrit ici doit pouvoir être mis en place voie par voie pour permettre une connexion secondaire ou pour amortir le trafic en cas de panne nodale, comme l'exigent l'application et le circuit considérés. Dans le cas d'un circuit d'interfonctionnement d'anneaux, l'amortissement découle simplement de la panne de l'une ou l'autre des extrémités du circuit interconnecté, un nœud de commutation ne devant amortir la voie représentée sur la Figure 4 qu'en cas de panne du nœud A ou du nœud secondaire exclusivement. Si le nœud secondaire tombe en panne et que le nœud primaire soit le nœud de commutation, on observe que le nœud primaire amortit dans les deux sens le signal transmis vers le nœud secondaire, mais que la connexion bilatérale entre le nœud primaire et le nœud A est maintenue.

Les règles applicables à la logique d'amortissement en cas d'interfonctionnement avec capacité de protection appellent un complément d'étude.

6.2.3 Interfonctionnement d'anneaux avec un anneau SNCP

6.2.3.1 Architecture

La Figure 17 montre l'architecture d'interfonctionnement d'anneaux SNCP. Pour chaque sens de transmission, le signal est injecté en double depuis le nœud de départ (source) dans les deux sens de transmission sur l'anneau. Au moment où il arrive dans un nœud d'interconnexion, chacun des signaux dédoublés est extrait de ce nœud pour être retransmis vers l'autre nœud d'interconnexion par la fonction d'extraction du trafic et de reprise (de la retransmission). Chaque nœud d'interconnexion peut ainsi faire son choix entre les deux signaux émis dans un sens différent sur l'anneau. Le signal de sortie du sélecteur dans chaque nœud d'interconnexion est alors transmis au second anneau. Chacun des nœuds d'interconnexion de ce second anneau prend le signal qui le concerne et le transmet au nœud de réception (collecteur), sans liaison avec l'autre nœud d'interconnexion. Enfin, le nœud de réception fait son choix entre les deux signaux transmis en sens contraires sur l'anneau.

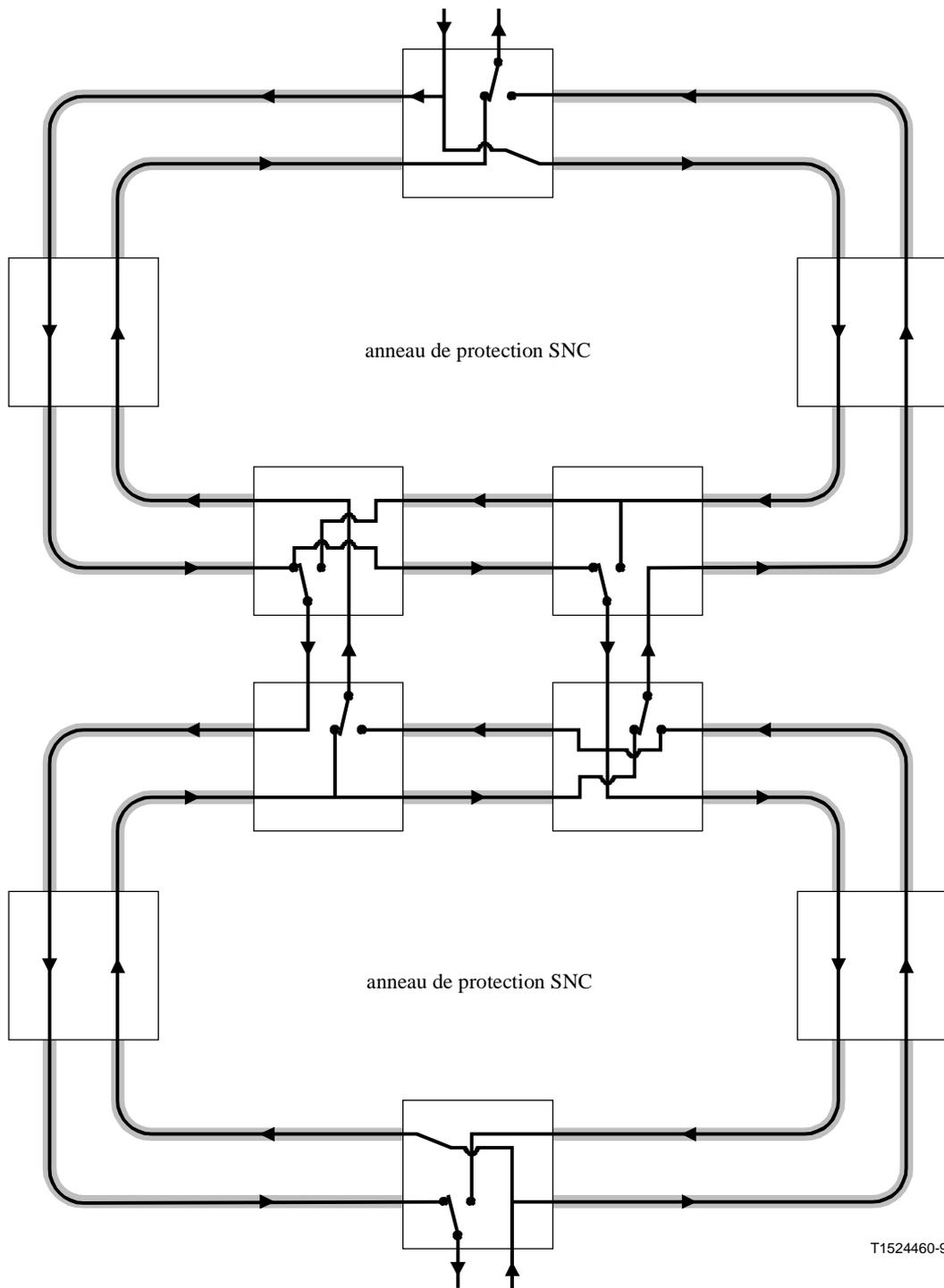
Étant donné la symétrie de ce schéma, les deux nœuds d'interconnexion sont entièrement équivalents.

L'interfonctionnement entre des anneaux SNCP d'ordre supérieur et des anneaux SNCP d'ordre inférieur appellera probablement un complément d'étude.

Les Figures 18 à 23 donnent des exemples de reconfiguration en cas de panne:

- la Figure 18 montre une panne bilatérale sur un anneau;
- la Figure 19 montre une panne bilatérale en un point d'interconnexion;
- la Figure 20 montre une panne d'un nœud d'interconnexion;
- la Figure 21 montre une panne bilatérale entre nœuds d'interconnexion du même anneau;
- les Figures 22 et 23 montrent des pannes unilatérales dans chaque sens de transmission, dans l'hypothèse d'un fonctionnement unilatéral de la protection SNCP.

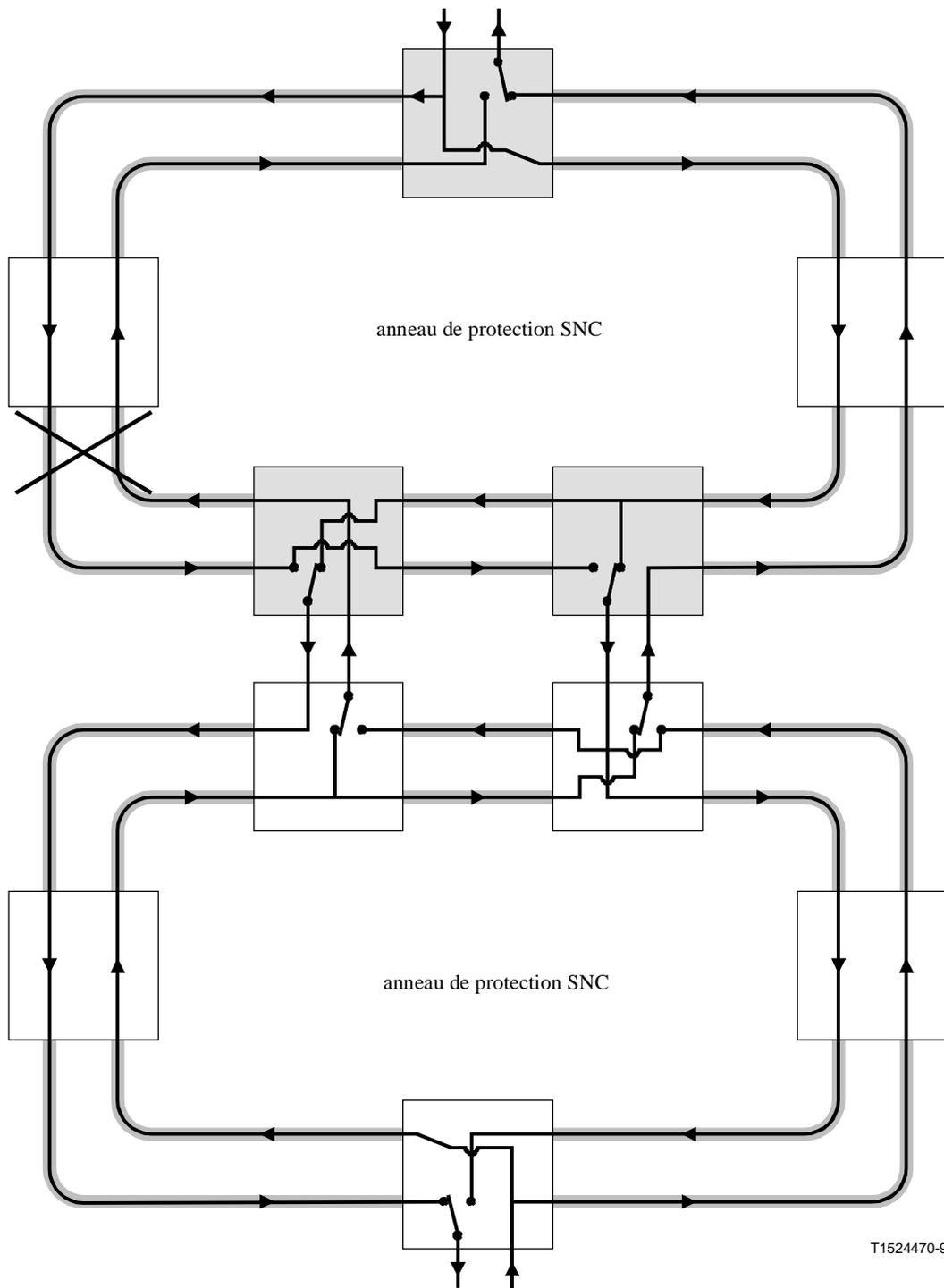
Dans chaque figure, les nœuds dans lesquels doit s'opérer la commutation de rétablissement du trafic d'interfonctionnement sont ombrés. En raison de la durée de commutation variable des différents éléments de réseau, différentes configurations finales sont possibles (voir le paragraphe 8).



T1524460-96

 sélecteur de conduit

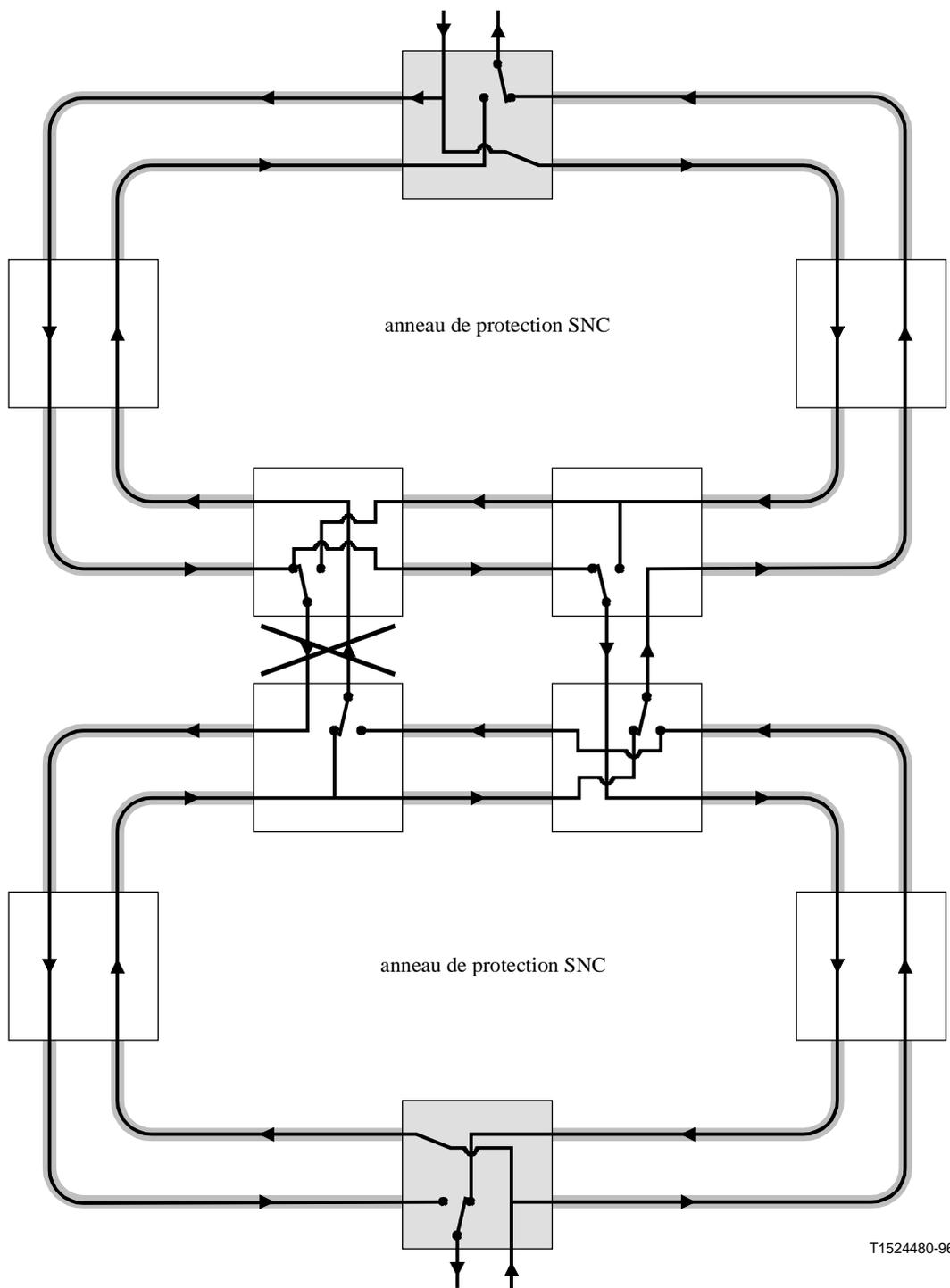
Figure 17/G.842 – Architecture d'interfonctionnement d'anneaux SNCP



T1524470-96

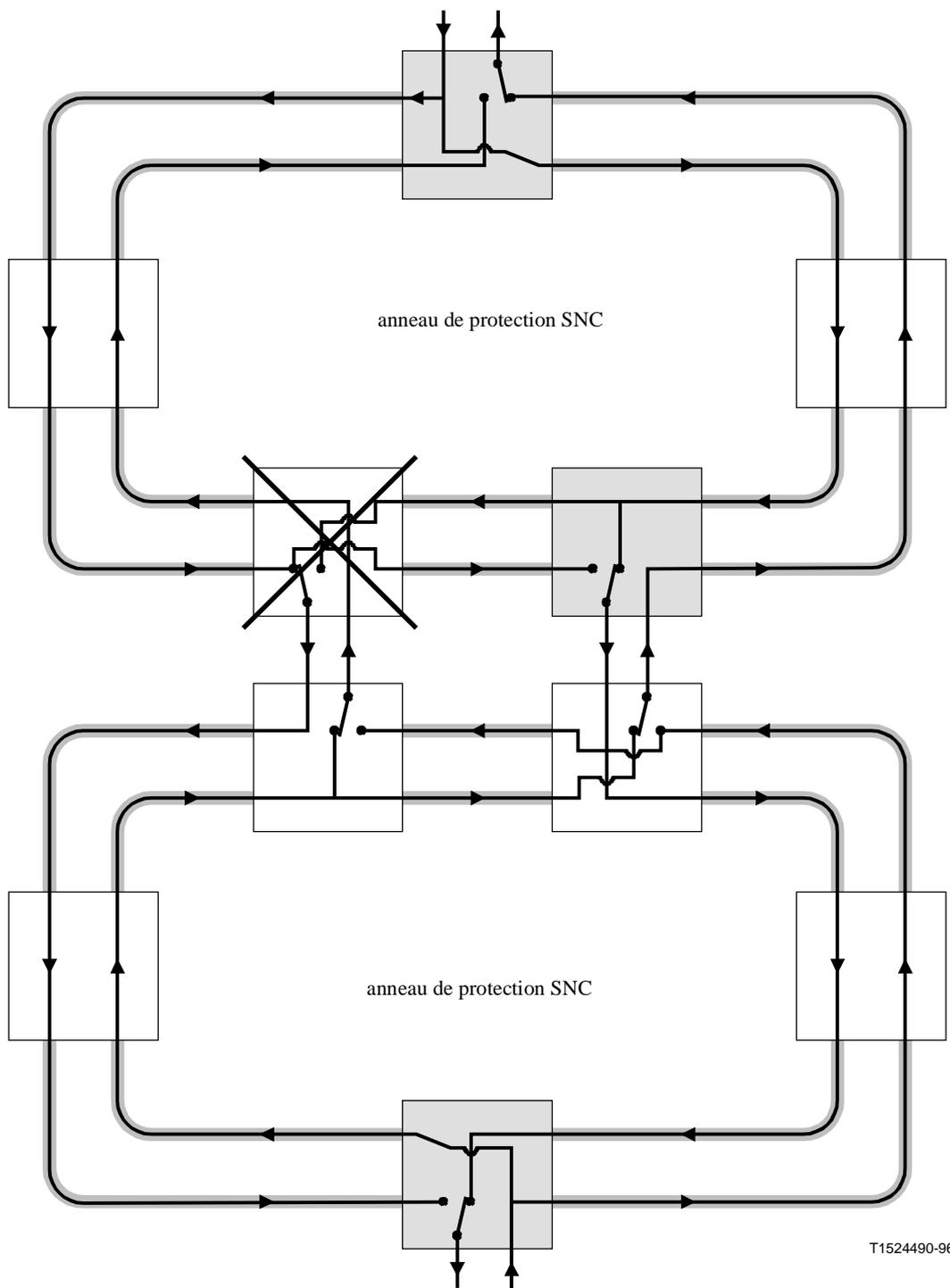
 Sélecteur de conduit

Figure 18/G.842 – Interfonctionnement entre anneaux SNCP: panne bilatérale sur un anneau



 sélecteur de conduit

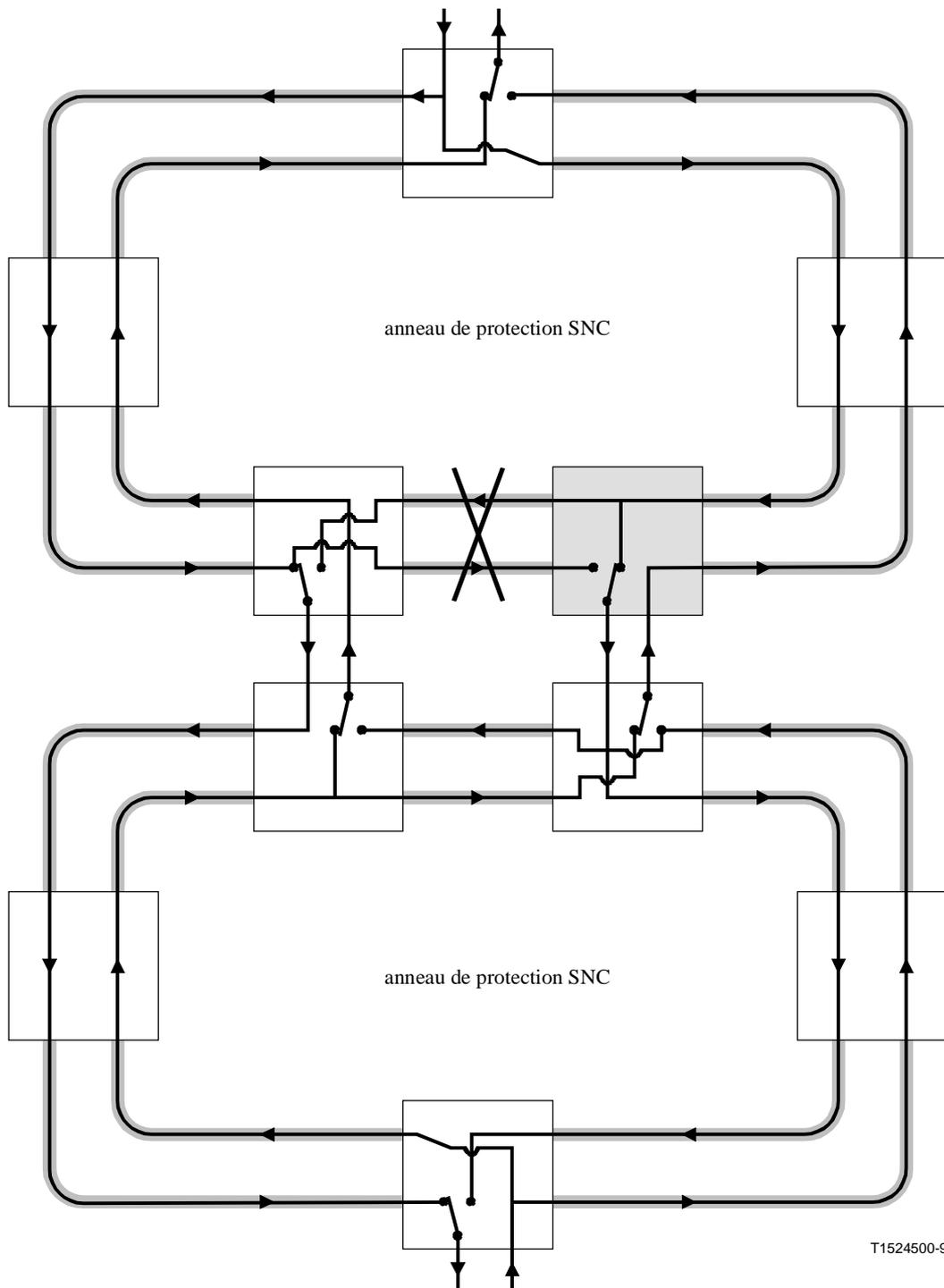
**Figure 19/G.842 – Interfonctionnement entre anneaux SNCP:
panne bilatérale en un point d'interconnexion**



T1524490-96

 sélecteur de conduit

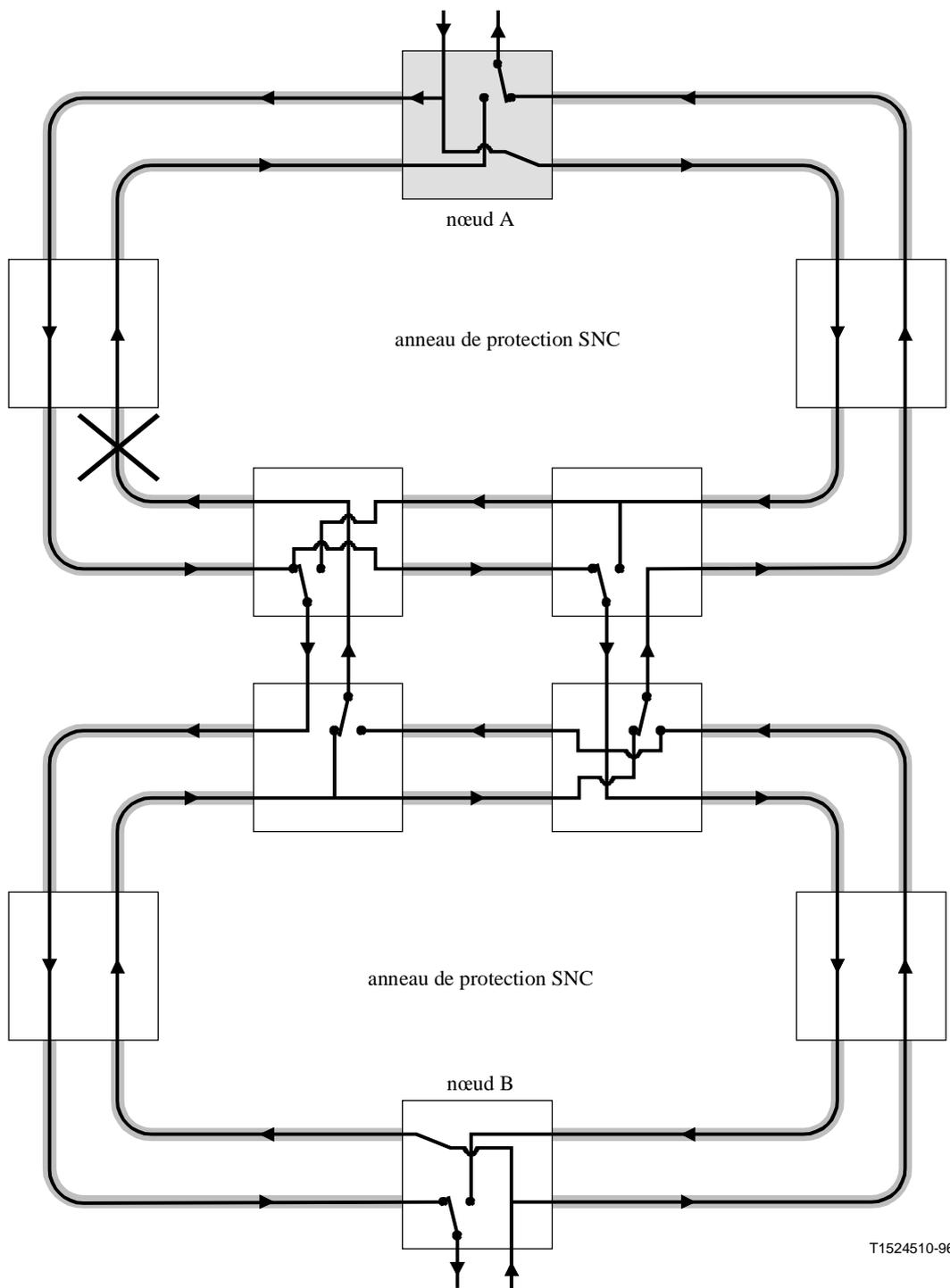
Figure 20/G.842 – Interconnexion entre anneaux SNCP: panne d'un nœud d'interconnexion



T1524500-96

 Sélecteur de conduit

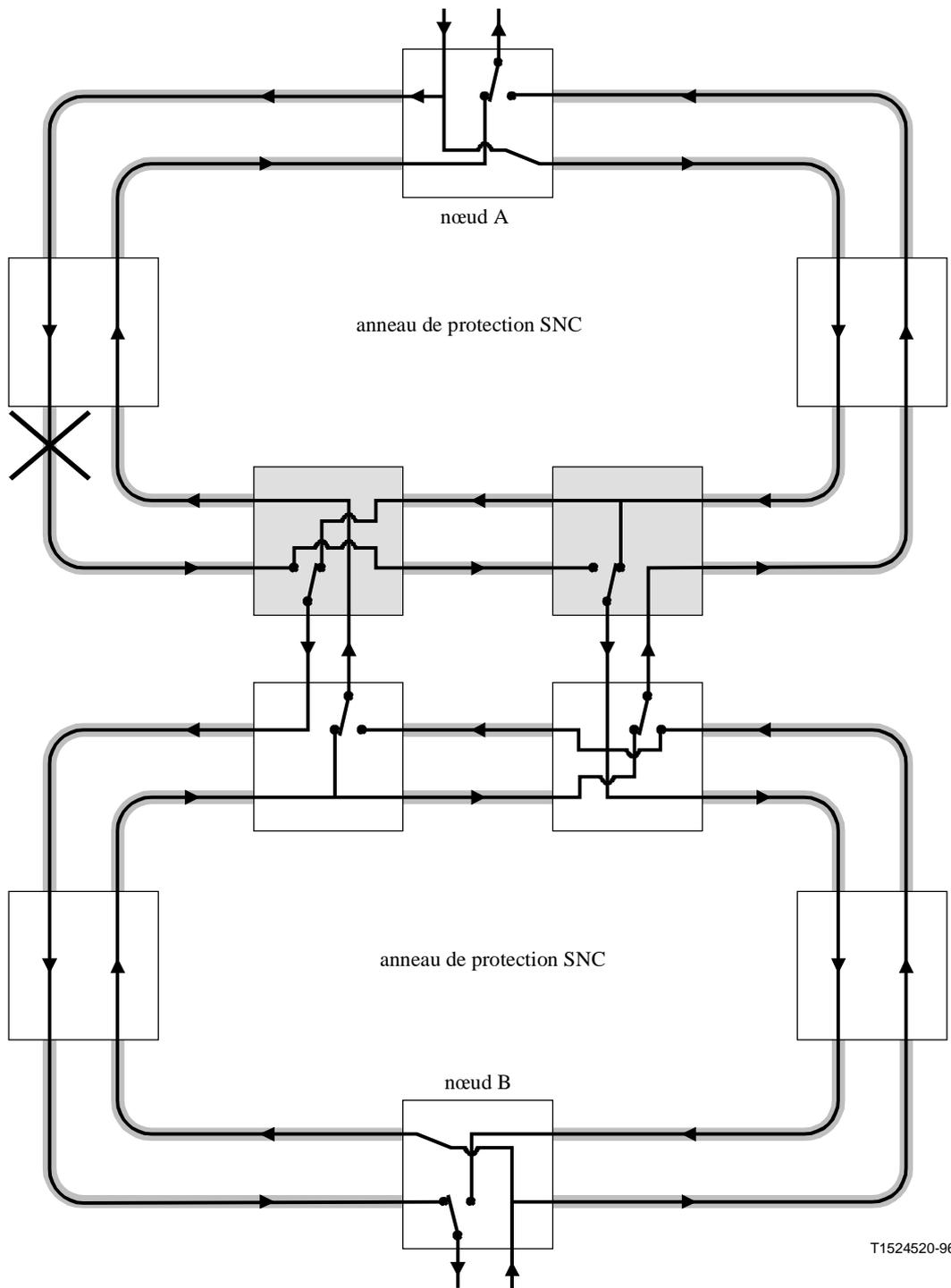
Figure 21/G.842 – Interfonctionnement entre anneaux SNCP: panne bilatérale entre noeuds d'interconnexion du même anneau



T1524510-96

 Sélecteur de conduit

Figure 22/G.842 – Interfonctionnement entre anneaux SNCP: panne unilatérale dans le sens nœud B vers nœud A



T1524520-96

 Sélecteur de conduit

Figure 23/G.842 – Interfonctionnement entre anneaux SNCP: panne unilatérale dans le sens nœud A vers nœud B

6.2.3.2 Modèle fonctionnel

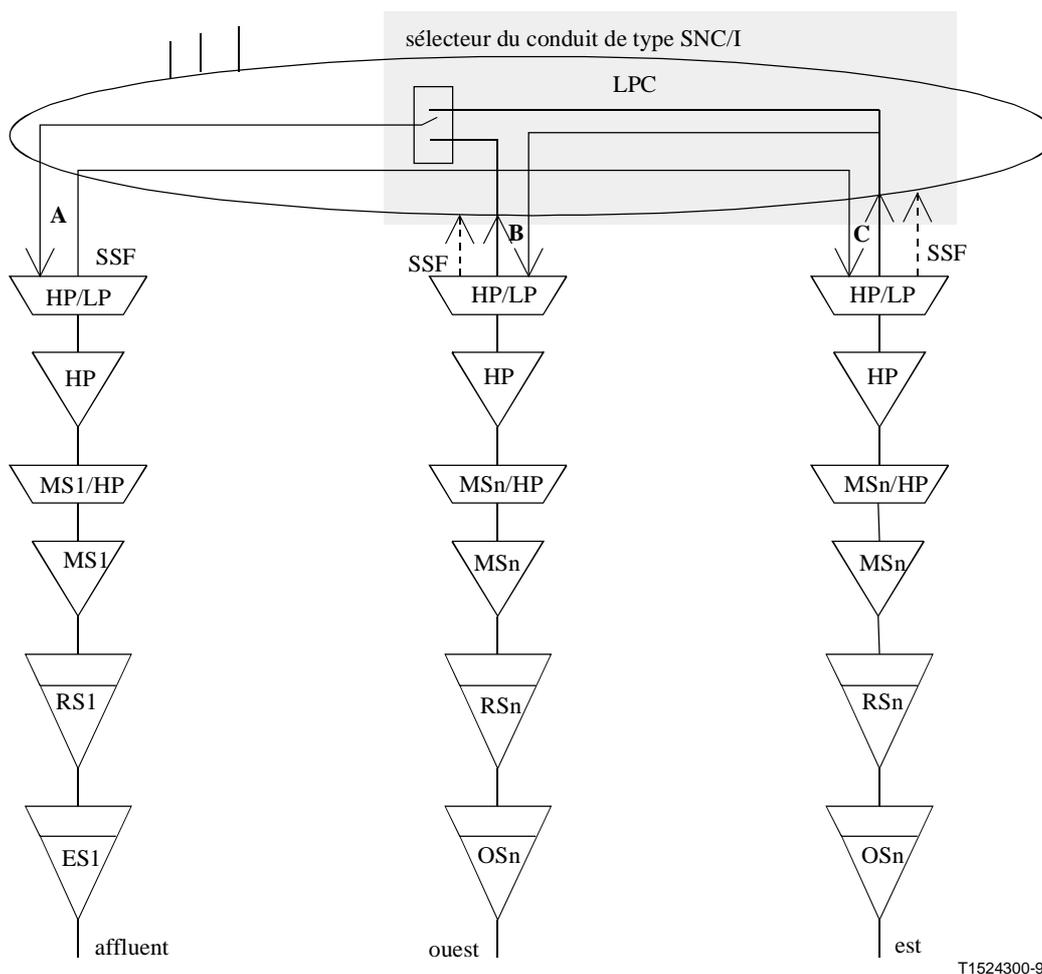
Les Figures 24 et 25 illustrent le modèle fonctionnel associé à un nœud d'interconnexion dans un anneau de protection SNC d'ordre inférieur. Dans cet exemple, un signal électrique STM-1 est connecté à l'extrémité de l'affluent de l'équipement ADM et deux signaux optiques STM-N sont connectés aux extrémités ouest et est de la ligne.

Un signal LOVC sortant du signal STM-N est a une protection SNC doublée par rapport à un signal LOVC sortant du signal STM-N ouest; le signal LOVC choisi est connecté au signal STM-1. Dans l'autre sens, le signal LOVC associé au signal STM-1 est connecté au signal STM-N est. Le signal LOVC reçu dans le signal STM-N est également connecté au signal STM-N ouest.

Dans le cas de la protection SNC/N (Figure 25), les signaux LOVC sortants des signaux STM-N est et ouest sont également connectés aux interfaces par une fonction LPOM.

La Figure 26 montre les connexions en matrice à l'intérieur de la connexion LPC constituant le "sélecteur de conduit". Pour la protection SNC/I, trois connexions en matrice sont nécessaires: (1) .. (3). Pour la protection SNC/N, cinq connexions en matrice sont nécessaires: (1) .. (5).

NOTE – Les interfaces A, B, C, D et E de connexions LPC représentées sur la Figure 26 sont les mêmes que celles des Figures 16 et 24.



T1524300-96

Figure 24/G.842 – Exemple de modèle fonctionnel d'élément de réseau avec sélecteur de conduit de type SNC/I

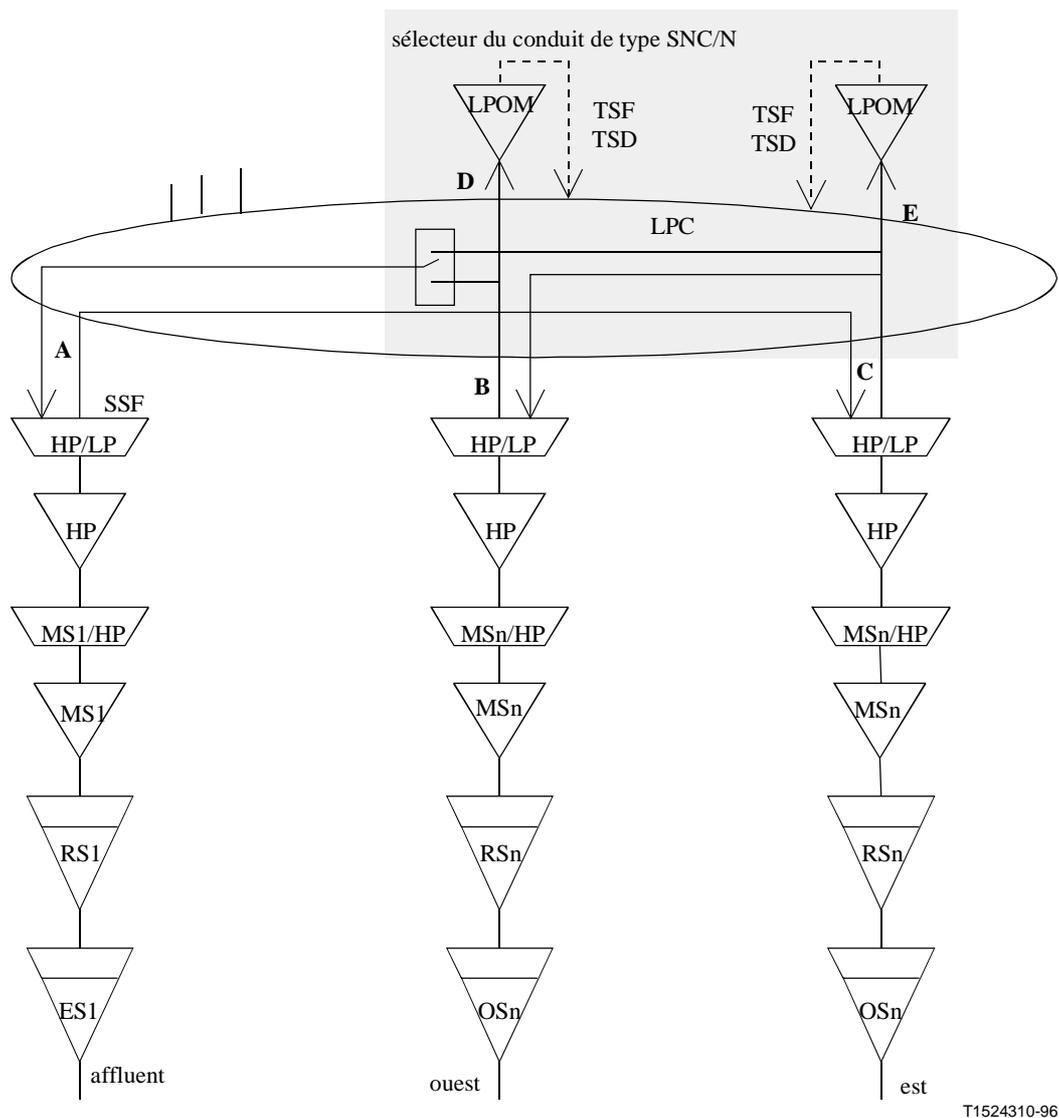


Figure 25/G.842 – Exemple de modèle fonctionnel d'élément de réseau avec sélecteur de conduit de type SNC/N

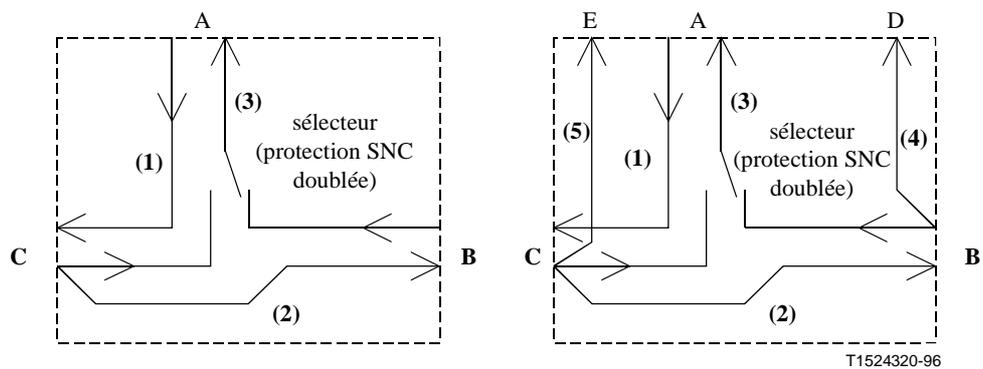


Figure 26/G.842 – Connexité LPC du sélecteur de conduit

6.2.3.3 Critères de commutation et fonctionnement

Les critères de commutation applicables au sélecteur de conduit pour l'interfonctionnement en protection SNCP sont identiques aux critères applicables au sélecteur de service pour l'interfonctionnement d'anneaux à protection partagée de(s) section(s) de multiplexage. Voir 6.2.2.3.

6.2.4 Anneaux multiples

(On pourra traiter ici de la question du mélange de trafic couplé à deux nœuds et de trafic couplé à un seul nœud. On pourra également examiner la question de l'interfonctionnement d'anneaux assurant le transfert du trafic de conteneurs virtuels d'ordre inférieur (LOVC) sur des anneaux injectant ce trafic dans des architectures SNC d'ordre supérieur ou dans des anneaux à protection partagée de(s) section(s) de multiplexage.)

7 Interfonctionnement entre couches de réseau

(Le présent paragraphe traite de l'interfonctionnement entre des applications de protection internes aux différentes couches du réseau (par exemple entre anneaux à protection partagée de(s) section(s) de multiplexage et anneaux de protection de cheminement de conteneurs virtuels.)

8 Encombrement des commutateurs

Il est bien connu que des problèmes peuvent se produire pour cause d'encombrement des commutateurs de protection dans les architectures d'interfonctionnement de protection. Il peut s'agir d'un encombrement intercouches ou intracouche. Cet encombrement peut provoquer l'introduction de multiples perturbations subites qui pourront laisser les commutateurs dans un état indéterminé. L'aboutissement des actions de commutation pour sortir de cet état d'encombrement dépend de la vitesse de fonctionnement relative des commutateurs de protection et du temps de propagation relatif sur les voies de reroutage. On pourra résoudre ces problèmes en utilisant des temps d'attente de protection ou en définissant des positions par défaut pour les commutateurs (ce qui suppose de recourir à l'exploitation en mode réversible) en l'absence de pannes.

La définition détaillée de ces problèmes et la recherche de solutions possibles appellent un complément d'étude.

SERIES 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 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 Réseau de gestion des télécommunications et maintenance des réseaux: systèmes de transmission, de télégraphie, de télécopie, circuits téléphoniques 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 pour données et communication entre systèmes ouverts
- Série Z Langages de programmation